

EST 1887
B. LOGIN & SON
MEDICAL
PERIODICALS
AND BOOKS
29 East 21st St
NEW YORK

ANATOMISCHE HEFTE.

ERSTE ABTEILUNG.

ARBEITEN AUS ANATOMISCHEN INSTITUTEN.

52. BAND (156., 157., 158. HEFT).

ANATOMISCHE HEFTE.



BEITRÄGE UND REFERATE

ZUR

ANATOMIE UND ENTWICKELUNGSGESCHICHTE.

UNTER MITWIRKUNG VON FACHGENOSSEN

HERAUSGEGEBEN VON

FR. MERKEL UND **R. BONNET**

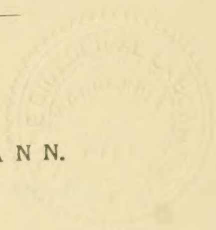
O. Ö. PROFESSOR DER ANATOMIE IN GÖTTINGEN. O. Ö. PROFESSOR DER ANATOMIE IN BONN.

ERSTE ABTEILUNG.

ARBEITEN AUS ANATOMISCHEN INSTITUTEN.

52. BAND (156., 157., 158. HEFT).

MIT 44 TAFELN UND 91 TEXTFIGUREN.



WIESBADEN.

VERLAG VON J. F. BERGMANN.

1915.

Nachdruck verboten.
Das Recht der Übersetzung in alle Sprachen, auch ins Russische und Ungarische, vorbehalten.

Druck der Königl. Universitätsdruckerei H. Stürtz A. G., Würzburg.

Inhalt.

Seite

187913

ÜBER DAS
PRIMORDIALCRANIUM VON PERAMELES SPEC.?
UNTER
BERÜCKSICHTIGUNG DER DECKKNOCHEN.

VON

ELISABETH CORDS.

Mit 11 Figuren im Text und 4 Figuren auf den Tafeln 1/4.

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung.

Es ist nicht allzuviel, was wir über die Entwickelungsgeschichte des Marsupialierschädels wissen. K. W. Parker[1]), dem wir die bekannten Monographien über die Schädelentwickelung der Edentaten und Insectivoren verdanken, hat seine Absicht, auch das Marsupialiercranium zu bearbeiten, nicht mehr zur Ausführung bringen können. — Vor einigen Jahren veröffentlichte R. Broom[2]) die Resultate seiner Untersuchungen an Trichosorus vulpecula und Dasyurus viverrinus. Sonst finden sich nur zerstreute Angaben über verschiedene Einzelheiten in mehreren Arbeiten von Doran (1878), Parsons (1899), Gaupp (1905, 1910, 1911), Bender (1906), Fuchs (1906, 1909), Peters (1868); ihre Resultate werde ich im Text jeweils nach meinen Befunden zur Sprache bringen.

Der nachfolgenden Beschreibung liegt ein nach der Bornschen Methode angefertigtes Plattenmodell des Primordialcraniums eines jungen Perameles spec.? von 42 mm

[1]) Parker, K. W., On the structure and development of the skull in the Mammalia. Part. II. Edentata. Part. III. Insectivora. Phil. Trans. of the Roy. Soc. of London. Vol. 176. For the year 1885. London 1886.

[2]) Broom, R., Observations on the Development of the Marsupial Skull. Proc. of the Linnean Soc. of New South Wales. Vol. 34. 1909. — Broom untersuchte vier Exemplare von Trichosurus von 8,5—11 mm Länge, zum Vergleich auch ein junges Exemplar von Dasyurus von 8 mm (Kopf 4 mm) Länge.

Länge[1]) zugrunde. Zwar zeigen einzelne Teile des Kopfskelets schon ziemlich weitgehende Verknöcherungen, doch ist das Knorpelcranium in den meisten Teilen wohl noch ziemlich auf der Höhe seiner Ausbildung, so dass bei der Seltenheit des Materials eine genaue Bearbeitung dieses Stadiums immer noch berechtigt sein mag. Ausser dieser standen mir noch folgende Serien zur Verfügung: Perameles spec.? (38 mm), Marmosa chapmani (14 mm, gekrümmt), Didelphys (25 mm), Didelphys (30 mm) und Dasyurus spec.? (50 mm).

Seit wir die Untersuchungen von Gaupp (1908) über das Echidnacranium haben, während für die höheren Säugerordnungen die Arbeiten von Fischer (1901, Talpa; 1905, Tarsius), Voit (1909, Kaninchen), Olmstead (1911, Hund) — um nur einige der neueren Untersucher zu nennen! — vorliegen, dürfte gerade die Untersuchung eines so tiefstehenden Säugers wie Perameles von besonderem Interesse sein, um die immerhin doch bedeutende Kluft zwischen Monotremen- und Placentalier-Zuständen vielleicht in einigen Punkten zu überbrücken.

Ich habe es mir eine Weile überlegt, ob ich die seit Gaupps Untersuchungen über Schädelentwickelung beliebte Einteilung in einen deskriptiven und einen allgemeinen und vergleichenden Teil auch bei meiner Beschreibung anwenden sollte, bin jedoch davon wieder zurückgekommen. Sicher ist diese getrennte Art der Darstellung bei so eingehenden und eine solche Fülle von neuen Gesichtspunkten liefernden Ar-

[1]) Ich verdanke diesen wie auch die übrigen bei der Arbeit verwendeten Marsupialier der Liebenswürdigkeit von Herrn Prof. Gaupp, der die Perameles-Embryonen von Herrn Prof. Bolk-Amsterdam erhalten hatte. Ich möchte auch an dieser Stelle Herrn Prof. Gaupp meinen herzlichsten Dank dafür aussprechen. Ebenso bin ich Herrn Prof. Rückert zu bestem Dank verpflichtet für die Einräumung eines Arbeitsplatzes sowie für die Erlaubnis, die Hilfsmittel seines Institutes benützen zu dürfen. — Obgleich Angaben darüber mir nicht vorliegen, dürfte es sich nach dem Entwickelungsgrade bei den untersuchten Exemplaren um „Beuteljunge“ handeln.

beiten die bei weitem beste. Bei weniger ausführlichen Arbeiten dagegen, zu denen ich auch die meinige rechnen muss, überwiegt der Nachteil, der in der Trennung der vergleichend-anatomischen Betrachtungen von den blossen Tatsachen, auf welche sie sich beziehen, liegt, doch ohne Frage. Ich schliesse daher die allgemeinen und vergleichenden Bemerkungen jeweils gleich an die einzelnen beschreibenden Abschnitte an. Was die Darstellung hierbei an Einheitlichkeit verliert, gewinnt sie andererseits durch das Fehlen von Wiederholungen, welche sonst unvermeidlich sind.

I. Neurales Primordialcranium.

Tafelfigur 1—4.

Die Schädelachse ist gestreckt und bildet einen ventral offenen flachen Bogen, dessen höchster Punkt ungefähr an der Stelle liegt, wo Schädel- und Nasenkapsel zusammenstossen. Knorpelig vorgebildet sind von der Hirnkapsel nur der Boden und die Seitenwände; dass auch hiervon im vorliegenden Stadium bereits ausgedehnte Partien verknöchert sind, wird später bei Betrachtung der einzelnen Regionen näher ausgeführt werden. Die Decke wird, soweit eine solche überhaupt schon vorhanden ist, d. h. im Gebiet des eigentlichen Hirnschädels, durch Deckknochen (Parietale und Frontale) gebildet. Der Boden des Cavum cranii steigt als Basalplatte vom Vorderrand des For. occipitale magnum nur wenig an bis zum Hinterende der Nasenkapsel; die oral sich anschliessende Lamina cribrosa liegt horizontal. Die Ohrkapseln gehören teils dem Boden des Hirnschädels an, teils helfen sie die Seitenwände bilden. Diese sind, wenn auch von Lücken durchbrochen, im ganzen doch

gut entwickelt. Eine gegen den Scheitel hin etwas zugespitzte Parietalplatte (Spöndli) tritt hinten mit dem Tectum synoticum in Verbindung, während sie nach vorn mit der Ala orbitalis und durch diese weiterhin mit der Nasenkapsel knorpelig zusammenhängt. In der dadurch entstehenden grossen Fenestra spheno-parietalis wird die frei aus der Basis lateralwärts vorspringende Ala temporalis sichtbar. Die Hinterwand des Cavum cranii wird nur durch die Spitzen der nach hinten umgekippten Ohrkapseln sowie durch das schmale, sie verbindende Tectum synoticum gebildet. Die Vorderwand besteht im lateralen Abschnitt aus einem Teil der Nasenkapsel und der mit ihr verbundenen Commissura spheno-ethmoidalis; medial findet sie (bis auf einen schmalen Raum in der Mitte) eine Ergänzung durch das auf die Nasenkapsel herabreichende (knöcherne) Frontale. Die den vorderen Teil des Primordialcraniums bildende Nasenkapsel ist gross und besonders hinten stark in die Breite entwickelt; sie stellt mit ihrem caudalen Abschnitt, wie schon erwähnt, den vorderen Teil des Bodens der Schädelhöhle vor.

Weitere Einzelheiten werden im folgenden Teil bei der Beschreibung der betreffenden Regionen näher berücksichtigt werden.

1. Regio occipitalis.

Ausser dem von der Basalplatte (Pars occipitalis) gebildeten Boden weist die Occipitalregion als Seitenteile die Occipitalpfeiler und als dorsal-caudalen Abschluss das Tectum synoticum auf. Da ein Dorsum (sellae) ebenso wie ein Tuberculum sellae fehlt, reicht die Basalplatte ohne Unterbrechung vom Foramen occipitale magnum bis zum hinteren Ende der Nasenkapsel; sie ist somit gemeinsames Eigentum der Regiones occipitalis, otica und orbito-temporalis. Ihr caudales Ende bildet die vordere

Umrandung des F o r a m e n o c c i p i t a l e m a g n u m. Dessen Eingangsebene schaut caudal-aboral und ist gegen die Horizontale in einem Winkel von ca. 45⁰ geneigt. Neben seiner vorderen Hälfte, welche als tiefe und breite Incisura intercondyloidea noch besonders in den Hinterrand der Basalplatte einschneidet, erheben sich auf der ventralen Fläche die beiden C o n d y l i o c c i p i t a l e s. Sie springen nicht unbedeutend nach abwärts vor, sind gross, mässig stark gewölbt und konvergieren mit ihren Längsachsen nach vorn unter einem annähernd rechten Winkel. Seitlich greifen sie auf die O c c i p i t a l p f e i l e r über, die zwischen Hinterhauptsloch und Ohrkapsel die untere und weiterhin die seitlich-hintere Wandung des Schädels bilden und schliesslich mit dem Tectum synoticum (nach hinten) und der Lamina parietalis (nach vorn) zusammenfliessen. Die zwischen ihnen caudalwärts einschneidende Incisura occipitalis des Caudalrandes des Foramen occipitale magnum ist wenig tief. Dicht oberhalb der Condylen tritt der Hypoglossus durch e i n Foramen schräg in lateraler Richtung aus dem Schädel. Dadurch liegt dieses Foramen, welches zugleich als Venendurchlass dient, besonders mit seiner äusseren Öffnung in ziemlicher Nähe des Foramen jugulare.

Auch an dem Dasyurusschädel (50 mm) trat der Hypoglossus durch ein Foramen aus, bei Didelphys dagegen durch zwei Öffnungen. — So fand auch B r o o m (1909) bei Trichosurus und Dasyurus z w e i Foramina hypoglossi, die, nach den Abbildungen zu schliessen, sogar ziemlich weit auseinander liegen. Es scheinen demnach ausser individuellen Variationen auch beträchtliche Verschiedenheiten sowohl bei den verschiedenen Säugerklassen als innerhalb der Marsupialierordnung vorzukommen. So verschmilzt bei Monotremen (G a u p p) die Austrittsöffnung des XII. mit dem Foramen jugulare; e i n gesondertes Foramen hypoglossi zeigen: Perameles, Dasyurus, ferner Canis (O l m s t e a d), Talpa (F i s c h e r), Homo (H e r t w i g), Edentata (W. K. P a r

ker); zwei Foramina: Didelphys, ausserdem Trichosurus und Dasyurus (Broom), Kaninchen (Voit). Man wird nach den Untersuchungen, welche Gaupp (1911) über diese Vorgänge ausgeführt hat, wohl auch im vorliegenden Falle eine Verschiebung und ein Durchschneiden eines oder beider Foramina XII. annehmen müssen.

Während die Occipitalpfeiler hinten mit der Ohrkapsel (Pars canalicularis) zusammenhängen, sind sie weiter vorn durch das Foramen ingulare von ihr getrennt. Oralwärts setzt sich dieses in die Fissura basi-cochlearis, eine relativ breite, durch Bindegewebe verschlossene Spalte bis in die Gegend des vorderen Endes der Ohrkapsel fort (Tafelfig. 1 u. 2). Der den Hinterrand des Foramen jugulare bildende seitliche Abschnitt der Lamina alaris (Voit) ist nur wenig ventral-oralwärts verlängert zum Processus paracondyloideus, welcher die Öffnung des Foramen jugulare bei ventraler Ansicht teilweise verdeckt; indem er sich von caudal etwas unter das Foramen hinschiebt, kommt es zur Andeutung eines Recessus jugularis, wie er bei anderen Säugern (Kaninchen, Hund) beschrieben wird und in den die das Foramen durchsetzenden Nerven resp. Gefässe zunächst treten; doch bleibt die Recessusbildung unbedeutend wegen der geringen Entwickelung des Fortsatzes. Etwas weiter caudal wird die Basis der Condylen von dem Emissarium condyloideum durchbohrt; dieses zeigt innen (weiter oral) eine, aussen (weiter aboral) zwei kleine Öffnungen.

Nirgends finden sich, und das sei hier auch gleich für die übrigen, anderen Schädelabschnitten zugehörigen Teile der Basalplatte bemerkt, Reste der Chorda dorsalis. — Nach der Darstellung von Broom (1909) reicht sie in jungen Stadien (bei Trichosurus) bis in die Gegend der Foramina carotica.

Ob es, wie Broom (1909) angibt, zur Anlage paariger Parachordalia kommt, muss ich unentschieden lassen, da

mir für diese Entscheidung kein genügend junges Material zur Verfügung steht. Sehr verscheinlich ist es nicht, da nach den Untersuchungen von Koelliker (1879), Noordenbos (1905) und Gaupp (1908) ihr Auftreten bei den Säugern mindestens nicht als Regel zu betrachten ist.

An dem medialen Teil der Basalplatte ist bereits Ersatzverknöcherung eingetreten, die Anlage des Basioccipitale bildend, welches sich weiter oral in die Oticalregion fortsetzt. Auch die Occipitalpfeiler zeigen dorsal von den Condylen die Verknöcherungscentren der Pleurooccipitalia, die sich oral bis zu den Foramina hypoglossi erstrecken. Das gleichfalls in Ossifikation befindliche, den Hinterrand des Foramen occipitale umgreifende Tectum synoticum s. posterius, welches man topographisch wohl zur Occipitalregion rechnen könnte, soll aus genetischen Rücksichten erst bei der Ohrregion zur Besprechung kommen.

Die beiden Atlanto-Occipitalgelenke bilden eine einheitliche Gelenkhöhle, welche mit dem gleichfalls einheitlichen Hohlraum des Atlanto-epistrophicalgelenkes in Zusammenhang steht. Es liegt also schon der monocoele Typus vor, wie er von Gaupp (1908) für Halmaturus und Petrogale unter den Marsupialiern sowie für zahlreiche andere Säugerordnungen festgestellt worden ist.

Über die beiden ersten Halswirbel (Tafelfigg. 3 u. 4) ist nicht viel Besonderes zu sagen. Erwähnenswert ist vielleicht, dass sich am Atlas sowohl wie am Epistropheus der dorsale Abschnitt des Bogens stark aus einer durch die Ebene des Wirbelringes gelegten Horizontalen cranialwärts erhebt. Beim Atlas wird hierdurch der grosse, zwischen Cranialrand des Atlas und Hinterrand des Foramen occipitale magnum klaffende Raum von caudal her wenigstens teilweise gedeckt. Am Atlas ist ausserdem bemerkenswert, dass die ventrale Spange des Processus transversus durch einen Bindegewebsstrang ersetzt ist.

2. Regio otica.

Der Boden der Ohrregion wird von der Pars otica der Basalplatte, die Seitenwände von den Ohrkapseln und den dorsal anschliessenden Laminae parietales (= Supracapsularplatten) gebildet. Das phylogenetisch als dorsaler Bestandteil der Labyrinthregion zu betrachtende Tectum posterius s. synoticum ist, wie weiter unten ausgeführt, in caudale Lage geraten und das jetzige Dach wird von der ausgedehnten Platte des Parietale dargestellt, ist also nicht von Teilen des primordialen Craniums gebildet.

Die Pars otica der Basalplatte, von deren innigem Zusammenhang mit dem vorhergehenden und nachfolgenden Abschnitt schon die Rede war, erstreckt sich, wenig verschmälert, in oraler Richtung zwischen die Partes cochleares beider Ohrkapseln. Sie ist von ihnen durch die bindegewebig verschlossene, aboral ins Foramen jugulare übergehende Fissura basicochlearis getrennt; nur die orale Kuppel der Schneckenkapsel ist durch eine breite Commissura basicochlearis wiederum mit der Basalplatte verbunden.

Die stark entwickelte Ohrkapsel ist von länglich runder Gestalt. Die Längsachsen beider Kapseln convergieren nach vorn in einem Winkel von etwa 35° mit mässiger Neigung des vorderen Poles nach unten. Die von Gaupp schon oftmals betonte Umlagerung und Drehung der Ohrkapsel ist also hier bei Perameles bereits deutlich erkennbar, was sich auch in der Lage des Tectum posterius und in der Verlaufsrichtung des Ductus endolymphaticus zeigt. Während der vordere Teil der Ohrkapsel im grossen und ganzen dem Boden der Schädelhöhle angehört, beteiligt sich ihr hinterer Abschnitt ausserdem an der Bildung der seitlichen Umwandung des Cavum cranii. Das Grössenverhältnis zur Schädelhöhle dürfte dem beim Kaninchen entsprechen, d. h. 1:20 nach Voit (1909) betragen; die

Grösse der Ohrkapsel ist also relativ recht bedeutend. — Auffallend klein ist die Capsula auditiva, besonders die Pars cochlearis, bei dem von Broom (1909) untersuchten Dasyurus, während sie bei Trichosurus im Umfang sich mehr an Perameles anschliesst.

Die Verbindung der Ohrkapsel mit der Basalplatte in Gestalt der Commissura basicochlearis wurde schon erwähnt; lateral zu ihrer Abgangsstelle von der Ohrkapselkuppel wird diese durch die Commissura alicochlearis mit der Wurzel der Ala temporalis verbunden. Hinten, d. h. aboral zum Foramen jugulare, steht die Ohrkapsel durch eine breite Knorpelbrücke, die Commissura occipito-capsularis, mit der Lamina alaris der Occipitalregion in homocontinuierlichem Zusammenhang; nur ganz dorsal findet sich noch eine kleine Fissura capsulo-parietalis (Foramen jugulare spurium Fischer), während weiter vorn wieder eine breite Commissura capsulo-parietalis die Verbindung mit der Lamina parietalis herstellt. Zwischen den Commissurae alicochlearis und capsulo-parietalis ist die Ohrkapsel von der Parietalplatte und Ala orbitalis verbindenden Commissura orbito-parietalis (Decker) in weiter Ausdehnung durch die grosse Fenestra spheno-parietalis getrennt. — Die grossen Verschiedenheiten, die die Ohrkapsel in ihren Verbindungen mit den umgebenden Skeletteilen zeigt (vgl. auch Gaupp [1908], Voit [1909], Mead [1909], Olmstead [1911]), ist wohl auf die grosse, so oft von Gaupp betonte Bildsamkeit des Knorpelcraniums zurückzuführen. Jedenfalls muss die weitgehende, in die Augen fallende Selbständigkeit der Ohrkapsel gegenüber der Basalplatte, wie sie in der vom Foramen jugulare weit nach vorn reichenden Fissura basicochlearis sich ausspricht, hervorgehoben werden.

Die Ohrkapsel lässt bereits auf der Aussenfläche einiges von ihrer inneren Ausgestaltung erkennen: zunächst sind die

zwei für Mammalier typischen Teile: die Pars utriculo-canalicularis und die Pars sacculo-cochlearis zu unterscheiden. In der Lage der Pars cochlearis, im wesentlichen oral zur Pars vestibularis, ist ein bereits an höhere Säuger erinnerndes Verhalten zu erkennen, worauf auch die relativ starke Entfaltung des vestibulo-cochlearen Anteils hindeutet; die auffallende Kleinheit des cochlearen Abschnittes bei Dasyurus ist auf eine geringe Entfaltung der Schnecke zurückzuführen (Broom [1909]).

Die Pars canalicularis (hinten) enthält die drei Bogengänge, den Utriculus mit den Sinus superior und posterior und den Recessus utriculi. Sie bildet eine Pyramide mit drei ungleichen Seiten, deren Basis oral und deren Spitze caudal gerichtet ist, und kehrt ihre äussere Fläche lateral-caudal mit geringer Neigung der oberen Kante medialwärts. An dieser Kante stösst die äussere mit der fast senkrecht gestellten inneren (d. h. dem Gehirn zugekehrten) Fläche zusammen, während die untere (kleinste) Fläche der Basis des Schädels zugekehrt ist. Diese ist gegen die laterale Fläche durch die scharf vorspringende, von aboral-ventral nach oral-dorsal verlaufende Crista parotica s. facialis abgesetzt, unter welcher der tief von ventral nach dorsal einschneidende Sulcus facialis (= Cavum infracristale [Gaupp]) hinzieht, und welche durch weitere Fortsatzbildungen kompliziert wird. Das Cavum enthält ausser dem Facialis die Vena capitis lateralis (siehe diese) sowie den M. stapedius, welcher von der Decke entspringend in oraler Richtung zum peripheren Ende des Stapes hinzieht. Die Crista parotica läuft hinten in den Processus paramastoideus aus, der sich von lateral und caudal über die basale Öffnung des Cavum infracristale etwas herüberschiebt. An den Processus paramastoideus schliesst sich oral der unbedeutende Processus mastoideus, während noch weiter nach vorn das Hyale (= dem oberen Ende des Reichertschen Knorpels) homocontinuier-

lich mit der Crista verbunden ist (siehe unter Visceralskelet). Nach vorn geht das Cavum infracristale in die lateral-oral schauende, flache Fovea tympanica über. Besser als auf der Aussenseite ist die Pars canalicularis — auch vor und hinter der Fissura occipito-capsularis — auf der inneren (cerebralen) Fläche von den anstossenden Teilen der Parietalplatte und des Occipitalpfeilers abgesetzt, indem der in ihrem Rand verlaufende Canalis semicircularis superior kräftig gegen die cerebrale Fläche vorgewölbt ist. In seiner Konkavität findet sich die nach aussen gerichtete Fossa subarcuata (s. floccularis). Ventral von dieser durchsetzt das Foramen endolymphaticum von medial-ventral nach lateral-dorsal die mediale Wand der Ohrkapsel. Die untere, der Schädelbasis zugekehrte Fläche der Pars canalicularis bildet in ihrem vorderen Abschnitt die laterale Begrenzung des hinteren Teils der Fissura basicochlearis, resp. des Foramen jugulare; sie ist bei ventraler Ansicht zum Teil vom Processus paracondyloideus von lateral her zugedeckt. Hinten geht diese Fläche allmählich in den Occipitalpfeiler über; auch hier ist auf der Innenfläche des Schädels die Grenze beider Teile durch eine tiefe Einsenkung — gewissermassen eine Verlängerung der Fissura occipito-capsularis, gegen deren Rest hin sie verläuft — deutlich markiert. Im ganzen zeigt aber die Ohrkapsel von Perameles kein so schön ausgeprägtes Oberflächenrelief wie z. B. die des Kaninchens.

Die oben erwähnte Pyramide der Pars canalicularis steht durch ihre Basis mit der Pars cochlearis, die sich ihr oral-ventral-medialwärts anschliesst, in breiter Verbindung. Die Pars cochlearis, welche die Schnecke (vorn) und das Vestibulum (hinten) enthält, ragt als umfangreiches, eiförmiges Gebilde an der Schädelbasis vor. An der dorsalen Fläche, welche von medial-dorsal her eine leichte Abflachung zeigt, und welche um den lateralen Rand der Fissura basicochlearis

in die mediale Oberfläche übergeht, öffnen sich im hintern Abschnitt die beiden Foramina acustica; das Foramen acusticum inferius (für den Ramus inferior s. cochlearis) wird durch eine von der Scheidewand zwischen beiden Foramina acustica lateralwärts vorspringende Knorpelkante, das Septum spirale oder den Anfangsteil der Lamina spiralis (ossea!), in eine vordere und hintere Abteilung geschieden (Tafelfig. 1); lateral-dorsal dazu liegt das längliche Foramen acusticum superius (für den Ramus superior s. vestibularis). Nach vorn von letzterer Öffnung befindet sich das Foramen faciale, welches, da der Facialis nicht in die Ohrkapsel eingeschlossen wird, sondern nur über sie hinwegzieht, dadurch zustande kommt, dass sich von dem vordern Ende der Oberkante der Pars canalicularis, dicht unterhalb des Foramen acusticum superius beginnend, eine Knorpelspange, die Commissura suprafacialis zum vordern Teil der Decke der Pars cochlearis herüberbrückt. Diese Spange bildet zusammen mit der Ohrkapsel den kurzen primären Facialiscanal [Facialiscanal erster Ordnung, Gaupp (1911)], dessen äussere Öffnung als Apertura tympanica (van Kampen) zu bezeichnen ist. — In welcher Weise man sich die Entstehung der „suprafacialen" Commissur aus der „praefacialen" der Nonmammalier zu denken hat, ist gleichfalls von Gaupp (1911) auseinander gesetzt worden. — Ein Meatus acusticus internus ist nur durch eine ganz seichte Einsenkung im Bereich dieser drei Foramina (faciale, acusticum sup. und inf.) angedeutet (Tafelfig. 1).

Über die vordere Verbindung der Pars cochlearis mit der Basalplatte (Commissura basicochlearis) und der Wurzel der Ala temporalis (Commissura alicochlearis) wurde schon berichtet; hinzuzufügen ist noch, dass von dieser Verbindung der orale Pol der Schneckenkapsel frei bleibt und dass die Verbindung medial-dorsal von ihm stattfindet, so dass die dorsal-

mediale Fläche der Pars cochlearis in einer Flucht in den Bodenteil der Orbitotemporalregion, die Trabecelplatte, übergeht.

Die ventral-aborale Fläche des Schneckenteils zeigt im hintern Abschnitt das grosse, mit seiner Eingangsebene caudal schauende Foramen perilymphaticum. (Eigentlich liegt es auf der Grenze von Pars canalicularis und Pars cochlearis, ist aber seinem Inhalt [Ductus perilymphaticus] nach doch wohl mehr zur Pars cochlearis zu rechnen.) Eine Fenestra cochleae wird erst in der Tiefe des Foramen durch eine von der medial-oralen Wand vorspringende Knorpelleiste (oder -platte) teilweise abgegrenzt, doch ist eine Aufteilung in Fenestra cochleae (Foramen rotundum) und Aquaeductus cochleae noch nicht durchgeführt. Durch den medial-oralen Abschnitt des Foramen verlässt der Ductus perilymphaticus die Ohrkapsel, um zwischen Ohrkapsel und Basalplatte hindurch sich ins Innere des Schädelraumes zu begeben (siehe unten). Gegen die Basalplatte zu geht die ventrale Oberfläche der Pars cochlearis abgerundet in die mediale und weiterhin diese ebenso in die obere Fläche über. Letztere wird lateral zum Tegmen tympani, welches als orale Fortsetzung der Crista parotica die nach lateral-oral schauende Fovea tympanica von der medialen Seite her in geringer Ausdehnung überdacht. Oral, lateral und ventral fehlen Begrenzungen der Paukenhöhle, während die mediale Wandung von der lateralen Knorpelwand der Ohrkapsel gebildet wird. Sie wird im oberen aboralen Teil von der Fenestra vestibuli (s. ovalis) durchbohrt, in welche die Fussplatte des Stapes eingelassen ist, an den sich oral Ambos und Hammer anschliessen (siehe Visceralskelet). Da dieses Gebiet dem späteren Recessus epitympanicus entspricht [van Kampen (1904)], kann es nach dem Vorgang von Voit (1909) als Fovea epitympanica bezeichnet werden. Aboral setzt sich die Höhlung dieser primitiven Paukenhöhle zwischen Fenestra vestibuli und überhängende Crista parotica in das

Cavum infracristale (s. Sulcus facialis) fort, welches schon erwähnt wurde.

Auch der Binnenraum der Ohrkapsel lässt neben einem vorderen, das Cavum vestibulare und cochleare ent-

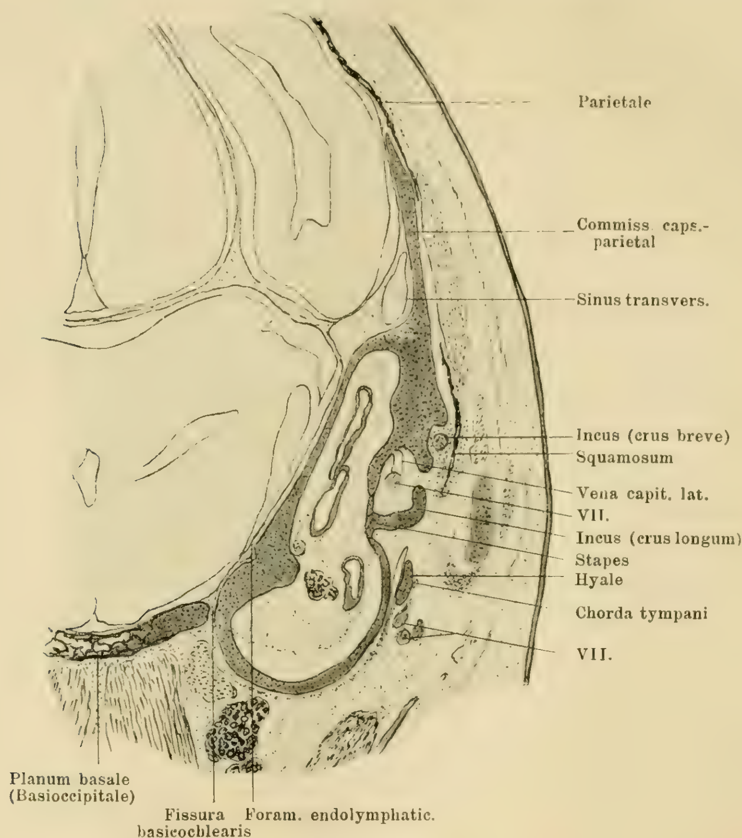


Fig. 1.

Schnitt durch die Paukenhöhle im Gebiet der Fenestra vestibuli und des Ductus endolymphaticus. Er zeigt die Chorda tymp. auf der lateralen Seite des Hyale, kurz nach ihrem Abgang vom Facialis.

haltenden, einen hinteren Abschnitt unterscheiden, welcher das Cavum utriculo-ampullare mit Utriculus und Recessus utriculi sowie die drei Bogengänge umfasst. Die Grenze beider Abschnitte ist nur leicht angedeutet durch eine niedrige Leiste,

welche vom medial-ventralen Rand des Foramen acusticum inferius zur dorsal-caudalen Begrenzung des Foramen perilymphaticum verläuft.

Der Hohlraum der Ohrkapsel kommuniziert durch schon früher erwähnte Öffnungen mit der Umgebung, und zwar: durch die in der medialen Wand gelegenen Foramina acustica superius und inferius mit der Schädelhöhle, desgleichen durch das Foramen endolymphaticum; durch das von der ventral-caudalen Seite her zugängliche Foramen perilymphaticum zunächst mit der äusseren Umgebung des Schädels, wenn auch der es durchsetzende Ductus p. bald wieder (durch das Foramen jugulare) ins Cavum cavum cranii eindringt; durch die Fenestra vestibuli (s. ovalis) mit der Paukenhöhle.

Den grössten Teil des hinteren Abschnittes (siehe oben) nimmt das Cavum utriculo-ampullare ein. An ihm wieder ist zu unterscheiden eine grössere, dorsale Ausbuchtung, in welche die ampullaren Schenkel des lateralen und oberen Bogenganges ausmünden, und eine kleinere, ventrale Aussackung, in welche das Crus commune des oberen und hinteren Bogenganges, ferner das Crus simplex des lateralen sowie, dicht daneben, das Crus ampullare des unteren Bogenganges sich öffnen.

Das Cavum vestibulare liegt im hinteren Teil der Schneckenkapsel, während ihr vorderer Abschnitt zur Aufnahme der Cochlea dient. Das zwischen den Foramina acustica beginnende Septum spirale (siehe oben) zieht in einer Spiraltour von der oberen über die laterale auf die untere Wand; es bildet zunächst eine Scheidewand zwischen Vestibulum und Cochlea; weiterhin tritt es als Anfangsteil der Lamina spiralis ossea! ins eigentliche Cavum cochleare, welches entsprechend der einfachen (nicht aufgerollten) Gestalt der Schnecke ein einheitlicher, kegelförmiger Raum mit oral gewendeter abgerundeter Kuppel ist. Auffallend ist die Weite des Hohlraumes im Vergleich mit der Dünne der Wandung.

Auf die Configuration des häutigen Labyrinthes will ich nicht näher eingehen, da es infolge mangelhafter Konservierung stark geschrumpft und verzerrt ist (siehe Textfig. 1—3).

Die schon erwähnte Parietalplatte (Lamina parietalis) steht annähernd senkrecht und zeigt eine leichte medialconcave Aushöhlung. Sie bildet die Schädelseitenwand oberhalb der Ohrkapsel und tritt, wie bereits hervorgehoben, vorn und hinten mit dieser in breite Verbindung, nur in der Mitte durch die kleine Fissura capsulo-parietalis getrennt. Caudal geht die Platte ohne Andeutung einer Trennungslinie in das Tectum posterius und den Occipitalpfeiler über. Vorn, d. h. oral zur Fenestra sphenoparietalis, hängt sie breit mit der Ala orbitalis zusammen; über ihre Verbindung (caudal zur Fenestra sphenoparietalis) mit dem seitlichen, oberen Umfang der Ohrkapsel wurde schon berichtet. Der obere Rand steigt nach vorn an bis zur Verschmelzungsstelle mit der Ala temporalis, der untere Rand bildet die dorsal-laterale Begrenzung der weiten Fenestra sphenoparietalis, in welche die Ala temporalis weit hineinragt, ohne jedoch mit der Parietalplatte in Berührung zu treten.

Das Tectum posterius (s. synoticum), die ursprüngliche dorsale Verbindung der beiden Ohrkapseln, stellt eine schmale, senkrecht gestellte[1]) Platte dar. Sowohl seine geringe Entfaltung (= Schmalheit und Dünne) als seine senkrechte Stellung können als Folgeerscheinungen einer relativ bedeutenden Gehirnentfaltung, sowie einer damit verbundenen Umlegung der Ohrkapseln nach hinten betrachtet werden. Es verbindet die beiderseitigen Ohrkapseln, dorsal von denselben aber auch die Parietalplatten und ventral die Occipitalpfeiler. Mit seinem unteren Rande bildet es die hintere Begrenzung der Incisura posterior des Foramen occipitale magnum.

Es enthält einen Verknöcherungskern, die Anlage des

[1]) Dass es durch die Umlagerung der Ohrkapseln in diese Stellung geraten ist, wurde schon erwähnt.

Supraoccipitale. Das im medialen Teil der Basalplatte gelegene und sich in die Occipitalregion hinein fortsetzende Basioccipitale wurde schon erwähnt.

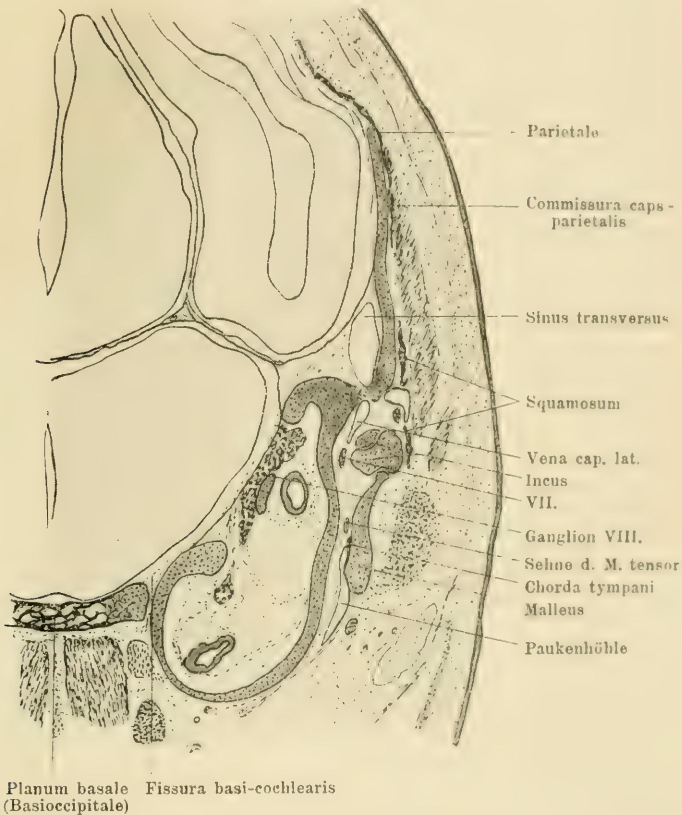


Fig. 2.

Schnitt durch den caudalen Winkel der Fenestra sphenoparietalis. Zeigt die das Squamosum durchsetzende Vene dicht vor ihrer Vereinigung mit dem Sinus transversus und der Vena capitis lateralis. Ferner sieht man die Teilung des VIII. im Meatus acusticus internus, sowie die Chorda tympani medial zum Manubrium mallei und ventral zur Sehne des M. tensor tympani.

Was die Nerven und Gefässe der Otical-Region anbelangt, so sind hier zunächst diejenigen zu nennen, die, auf der Grenze von Regio otica und occipitalis, durch das Foramen jugulare

den Schädel verlassen; es sind dies die Nn. Glossopharyngeus, Vagus, Accessorius und die Vena jugularis. Über die drei Nervenstämme ist nicht viel zu sagen; sie passieren eng verbunden das Foramen jugulare, caudal zu der unbedeutenden Vena jugularis interna; dicht unterhalb ihrer Durchtrittsstelle bilden der Neunte und Zehnte in bekannter Weise ihre Ganglien. Dass sie nicht, wie beim Kaninchen [Voit (1909)], dabei zunächst in einen Recessus jugularis zu liegen kommen, wurde schon erwähnt (siehe Regio occipitalis).

Die Vena jugularis interna tritt oral zu den Nerven durch das Foramen jugulare. Obgleich sie nur ein ganz unbedeutendes Gefäss darstellt, ist der unterhalb des Foramen gelegene Bulbus jugularis recht ansehnlich, was auf die kräftige, aus dem Cavum infracristale hervortretende und in ihn einmündende Vena capitis lateralis zurückzuführen ist; ausserdem hängt er mit den Venen der Schädelbasis (Foramen XII, etc.) zusammen. — Bemerkenswert ist neben ihrer Kleinheit auch der Umstand, dass die Vena jugularis bei Perameles, im Gegensatz zum Menschen und der Mehrzahl der anderen Säuger, beim Durchgang durch das Foramen jugulare oral von den Nerven gelegen ist. Perameles stimmt hierin mit dem Verhalten beim Huhn überein. Ob man demnach die beiden Jugulares: bei Perameles einer-, bei den höheren Säugern andererseits, für vollkommen homolog erklären darf, lasse ich dahingestellt.

Auffallend ist, dass sich eine Vena capitis lateralis noch in guter Ausbildung vorfindet, während sie bei den, etwa gleichweit entwickelten Embryonen von Hund (Olmstead) und Kaninchen (Voit) nicht mehr von Bedeutung zu sein scheint. — Wie es in dieser Hinsicht sich beim erwachsenen Perameles verhält, ist mir unbekannt. Falls die Vene auch dort erhalten bliebe, wäre dies ein weiterer Punkt, in dem Perameles mit Echidna (Hochstetter, 1896 in Hertwigs

Handbuch, Bd. III, 2) bei dem die Vena capitis lateralis dauernd persistiert, übereinstimmte.

Der Acusticus lagert sich mit seinem grossen Ganglion auf die medial-dorsale Fläche der Ohrkapsel, auf die Foramina acustica superius und inferius. Er zerfällt alsbald in die bekannten zwei Teile, von denen der Ramus superior s. vestibularis die Endstellen des oberen und lateralen Bogenganges nebst dem Utriculus versorgt, während der Ramus inferior s. cochlearis einen Zweig zum hintern Bogengang und zum Sacculus entsendet, um dann in der Bildung des Ganglion spirale aufzugehen. — Einen Zweig des Ramus vestibularis zum Sacculus, wie ihn Voit (1909) für mehrere Säuger beschreibt, konnte ich nicht finden.

Der Facialis tritt zusammen mit dem Acusticus in die weite, flache Grube, welche den Porus acusticus internus repräsentiert. Dann verläuft er vor dem VIII. lateral- und vorwärts über die obere Fläche der Pars vestibularis der Ohrkapsel, tritt unter Bildung eines Ganglion geniculi unter der Commissura suprafacialis hindurch und damit aus dem eigentlichen Cavum cerebrale heraus und ins Gebiet der Paukenhöhle. Aus dem Ganglion gehen die bekannten zwei Äste Ramus anterior und posterior hervor. Der Ramus posterior s. styloideus wendet sich vom Ganglion ab lateral-caudalwärts ins Cavum infracristale (Gaupp, Sulcus facialis van Kampen), welches ausser ihm noch die Vena capitis lateralis (Textfig. 1 u. 2 beherbergt. In deren Begleitung steigt er an der lateralen Oberfläche der Ohrkapsel herab und wendet sich dann nach vorn, wobei er sich lateral zur Sehne, resp. dem Muskelbauch des M. stapedius und dorsal zum Gelenk zwischen Incus und Stapes hält. Zuletzt läuft er zwischen Stapes und basalem Ende des Hyale steil abwärts und verlässt durch eine Incisura mastoidea das Gebiet des Schädels. Wegen geringer Entwickelung des Processus mastoideus kommt es nicht zur Bildung eines Foramen

stylomastoideum, vielmehr tritt der Nerv durch einen Einschnitt zwischen dem nur wenig entwickelten Proc. mastoideus und dem lang herabreichenden Hyale (= Incisura mastoidea).

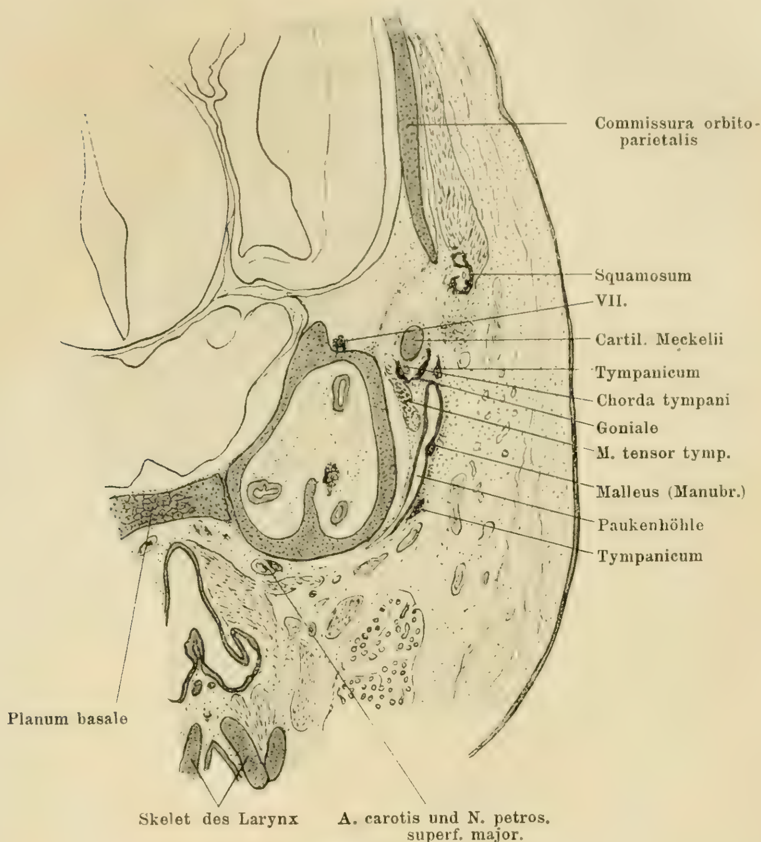
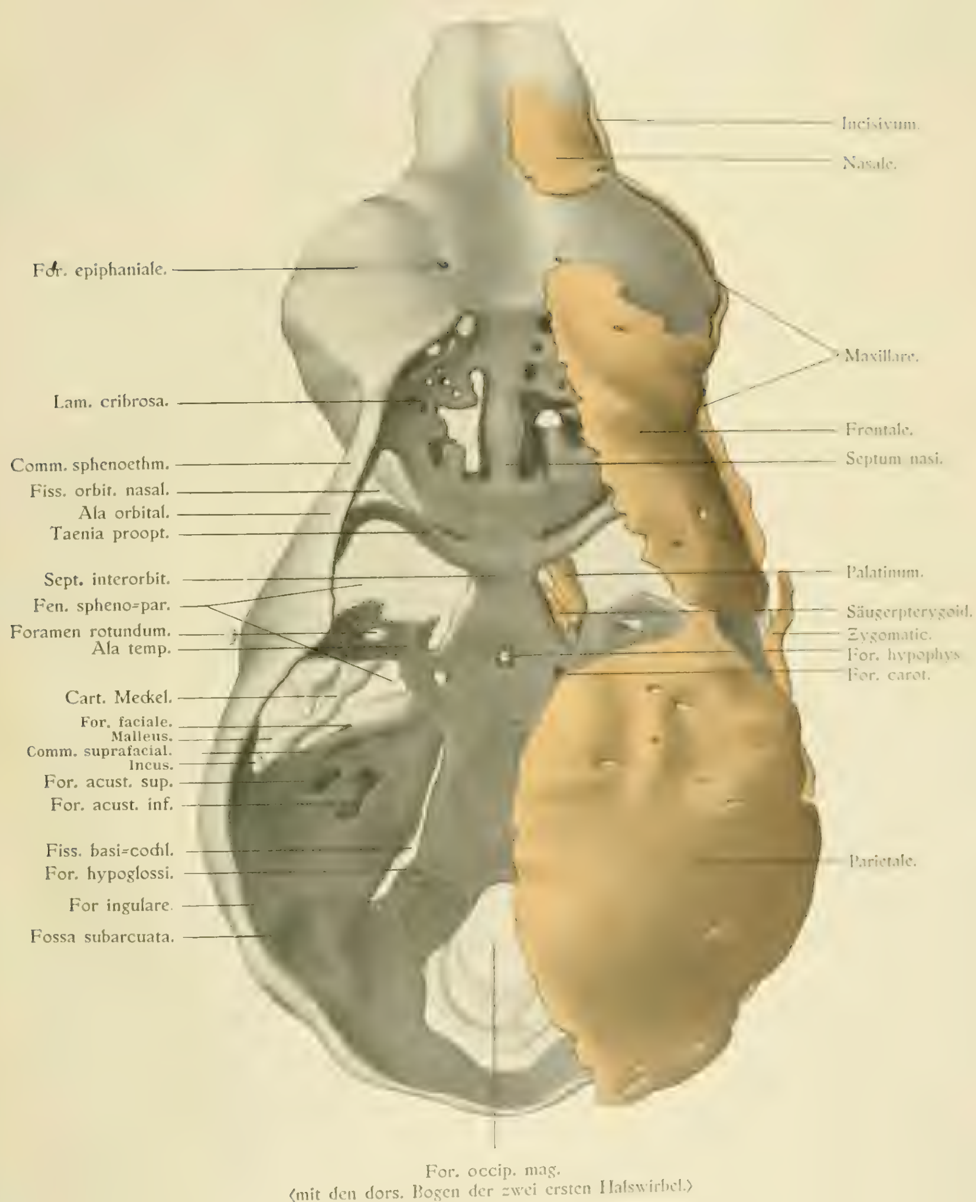


Fig. 3.

Schnitt durch den vorderen Teil der Ohrkapsel. Zeigt den Facialis am dorsalen Umfang der Ohrkapsel, medial neben ihm die Wurzel der Commissura suprafacialis, ferner die Chorda tympani im Canalis primordialis des Unterkiefers (= zwischen Meckelschem Knorpel und Goniale).

Gleich nach dem Verlassen des Schädels geht von ihm die Chorda tympani ab, schlingt sich über die aborale auf die laterale Seite des Hyale (Textfig. 1), geht dann über



For. occip. mag.
(mit den dors. Bogen der zwei ersten Halswirbel.)

Fig. 1.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

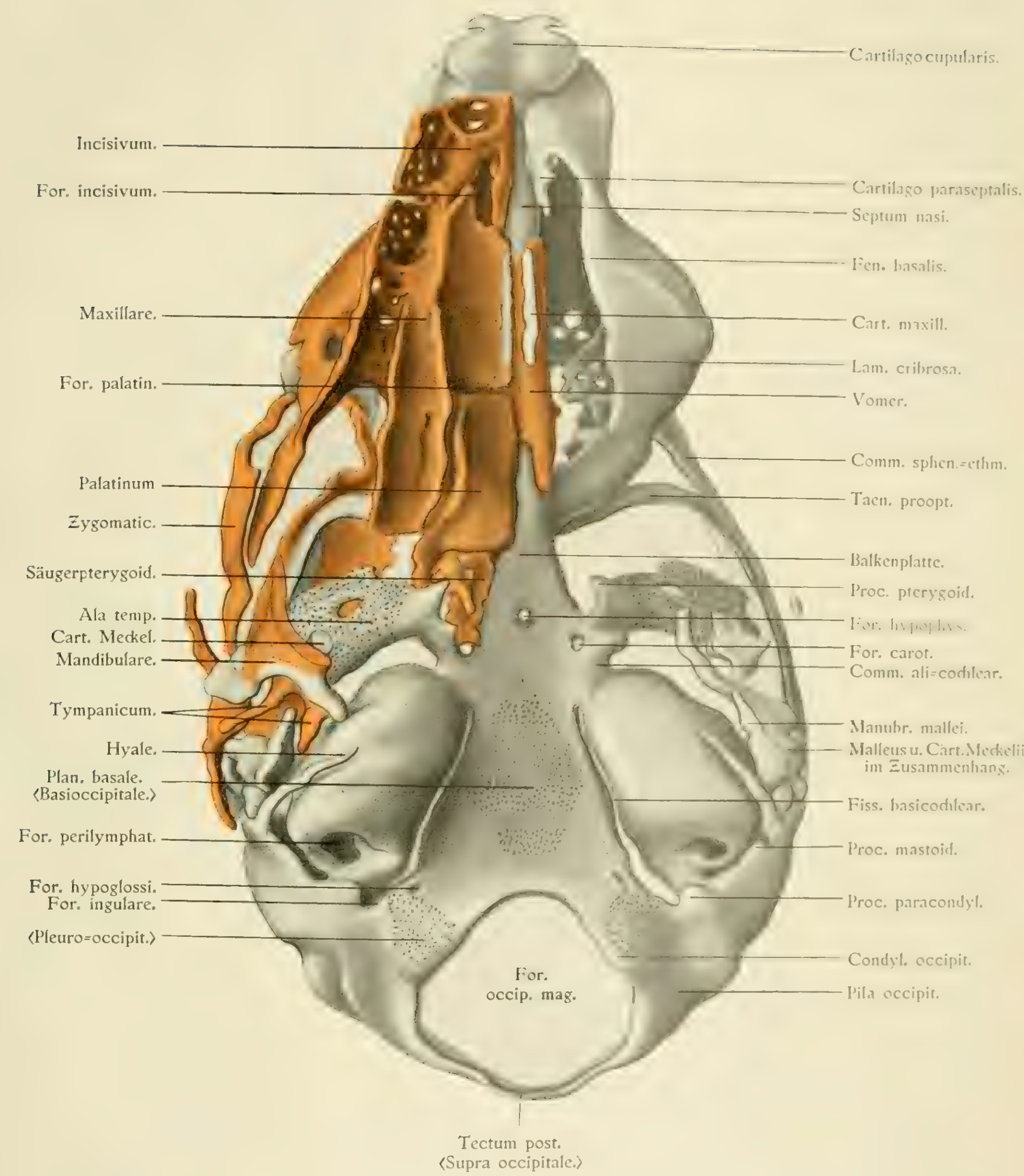


Fig. 2.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

dessen Vorderfläche zunächst an der lateralen Seite des oberen Endes der Paukentasche entlang, weiterhin zwischen Schleimhaut und Manubrium mallei (Textfig. 2), ventral an der Sehne des M. tensor tympani vorbei um schliesslich zwischen Tensor und Verbindungsstück [1]) ventralwärts gegen den Meckelschen Knorpel zu verlaufen.

Gaupp (1905) stellte bei Didelphys, van Kampen (1905) bei Manis fest, dass die Chorda sich — im Gegensatz zu ihrem Verhalten bei der Mehrzahl der Säuger — bei diesen Formen medialwärts um den dorsalen Abschnitt der hyalen Skeletspange herumschlingt. Auch bei Dasyurus, bei dem das Hyale, wenigstens auf dem mir vorliegenden (etwas älteren) Stadium, recht kurz ist, bleibt die Chorda auf dessen medialer Seite, wo sie zwischen Knorpel (Hyale) und der diesem dicht benachbarten Paukenhöhlenschleimhaut gelagert ist. Wodurch dieses abweichende Verhalten veranlasst wird, ist bisher unaufgeklärt. Die ventrale Lage der Chorda zur Sehne des M. tensor tympani wurde zuerst von Drüner (1904) bei der Maus, von Bender (1907) für Marsupialier festgestellt. Über das sehr variable Verhalten dieses Nerven gegenüber dem genannten Muskel vergleiche man die Arbeit von Bondy (1908).

Durch das hintere Ende des dem Meckelschen Knorpel ventral-medial aufgelagerten Goniale tritt die Chorda zwischen Knorpel und Knochen, läuft hier nach vorn, wobei sie allmählich auf die mediale Fläche des Knorpels kommt, und verlässt die Knochenrinne des Goniale über dessen mediale Kante hinweg; sie verhält sich also in dieser Beziehung wie bei den Sauriern (Gaupp 1905); vergleiche darüber auch das beim Goniale gesagte (Textfig. 3). Eine Strecke weiter nach vorn gesellt sich der dritte Ast des Trigeminus (Ramus mandibularis) zu ihr, in dessen Fasermasse sie verschwindet. Beide zusammen

[1]) D. h. denjenigen Teil des Meckelschen Knorpels, in dem später die Abgliederung des Malleus erfolgt.

verlaufen zwischen Meckelschem Knorpel und knöchernem Mandibulare in dem von Gaupp (1911) als Canalis primordialis des embryonalen Unterkiefers gedeuteten Raum (siehe auch unter Mandibulare).

Der vom Ganglion geniculi nach vorn gehende N. petrosus superficialis major (= Ramus anterior s. palatinus n. facialis) läuft über die lateral-orale Wölbung der Ohrkapsel ventralwärts, dann unter der Commissura alicochlearis ventral hindurch in medial-oraler Richtung nach dem Foramen caroticum, wo er den N. petrosus profundus vom Sympathicus aufnimmt. Der so entstandene N. parabasalis (Gaupp; = Vidianus) geht an der Schädelbasis, genauer am Processus alaris, zwischen diesem und dem ihm ventral aufgelagerten Säugerpterygoid (Parasphenoid) nach vorn. Vor der Wurzel des Processus alaris tritt er durch die weite Lücke zwischen Ala temporalis und Ala orbitalis (= Foramen opticum + Fissura orbitalis superior) in die Regio pterygo-palatina, welche den hinteren Winkel der Orbita bildet, zum Ganglion sphenopalatinum. Auf die Verschiedenheiten des Verlaufes des N. vidianus ist Gaupp (1910) in seiner Arbeit über das Säugerpterygoid und Echidnapterygoid ausführlich eingegangen; dort ist auch der Wert dieser Befunde für die von ihm vertretene Homologisierung der betreffenden Skeletelemente gewürdigt und die von Fuchs (1910) dagegen erhobenen Einwände entkräftet worden.

Der Trigeminus ruht mit dem hinteren, grösseren Teil seines umfangreichen Ganglion semilunare (dicht vor dem Gangl. geniculi des Facialis) auf dem vordern Abschnitt der Ohrkapsel; seine drei grossen Äste sollen bei der Orbitotemporalregion weiter besprochen werden. Auch die A. carotis soll dort erst behandelt werden, da nur ihr hinterer Abschnitt zur unteren Fläche und oralen Kuppel der Schneckenkapsel in einige Beziehung tritt.

Der Ductus endolymphaticus beginnt mit dem

Saccus endolymphaticus zwischen zwei Durablättern auf der Innenfläche des caudalen (canaliculären) Ohrkapselabschnittes. Von hier geht er schräg vor- und aufwärts über die cerebrale Fläche der Ohrkapsel, die er unter geringem Aufsteigen von medial nach lateral durchsetzt.

Der Ductus perilymphaticus tritt durch die medial orale Partie des grossen Foramen perilymphaticum aus der Ohrkapsel, geht dann durch das Foramen jugulare zwischen Ohrkapsel und Basalplatte, lateral von den Nerven der Vagusgruppe, hindurch in die Schädelhöhle, wo er sich in den Periduralraum ergiesst.

3. Regio orbito-temporalis.

Ebensowenig wie Parachordalia finden sich auf dem vorliegenden Entwickelungsstadium Trabeculae baseos cranii angedeutet. Broom (1909) gibt zwar ausdrücklich an, dass er sie, wie auch die Parachordalia, bei Marsupialiern gefunden habe, doch scheint mir, dass sie auf den Abbildungen, die er von den Cranien als Ganzes gibt, durchaus nicht erkennbar sind; Broom hat sich vielleicht von den Schnittbildern beeinflussen lassen, indem man hier tatsächlich bei Schnitten, die durch das Foramen hypophyseos gehen, den Eindruck einer paarigen Zusammensetzung der Schädelbasis bekommen kann.

Den Boden der Regio orbito-temporalis bildet die sog. Balkenplatte sowie die seitlich aus derselben vorspringenden Wurzeln der Ala temporalis (= Processus alaris und Commissura alicochlearis) nebst dem Anfangsteil der Taenia prooptica; die beiden letztgenannten Skeletteile stellen teilweise schon die Seitenwände der Schädelkapsel her. Diese sind im übrigen unvollständig und werden, ausser den beiden erwähnten Teilen, noch durch die wenig umfangreiche Ala orbitalis sowie durch die Commissurae orbito-parietalis und spheno-ethmoidalis ge

bildet. Ein primordialer Deckenanteil fehlt, doch tritt hier eine teilweise Ergänzung durch Deckknochen, nämlich das Parietale (vorderer Rand) und Frontale ein. Die Mitte bleibt bindegewebig

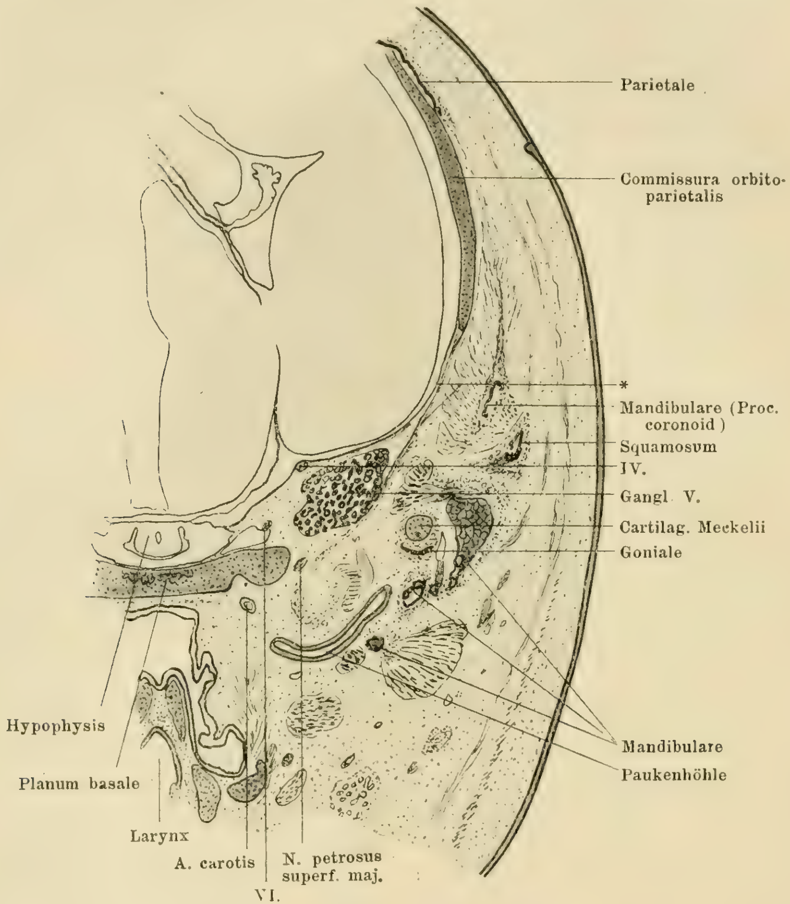


Fig. 4.

Schnitt durch den Sinus cavernosus, hinter dem Foramen caroticum. Zeigt die vom Unterrand der Commissura orbitoparietalis nach abwärts verlaufende Membrana sphenoobturatoria = *, im Mandibulare den sog. Condylus-Knorpel.

und bildet die grosse, rhombische Fontanella anterior. Auch der Boden erhält eine Ergänzung durch Deckknochen, das Palatinum und das Säugerpterygoid.

Die mit der Basalplatte der Regio otica ein einheitliches Ganzes bildende Lamina trabecularis (Balkenplatte verschmälert sich unter geringer Dickenzunahme, oral zur Abgangsstelle der Processus alares zum Septum interorbitale, um nach vorn ohne Unterbrechung in das Septum nasi und die caudale Kuppel der Nasenkapsel überzugehen. Die Dorsalfläche der Balkenplatte läuft annähernd horizontal in die Decke des hintersten Nasenkapselabschnittes aus. Im caudalen Teil wird sie in der Medianlinie vom Foramen hypophyseos durchbohrt, durch welches der Hypophysengang noch deutlich mit dem Epithel der oberen Schlundwand in Verbindung steht; die Ränder des Foramens sind bereits verknöchert (Tafelfig. 1 u. 2). Eine Fovea hypophyseos ist nicht ausgebildet, ebensowenig wie Processus clinoidei auf dem vorliegenden Stadium zu erkennen sind. — Schon K. W. Parker (1885) machte diese Beobachtung.

Lateral und etwas caudal zum Foramen hypophyseos springt die kräftige Ala temporalis (alisphenoid cartilage Broom) (Tafelfig. 1 u. 2) durch Vermittelung des Processus alaris seitlich aus der Balkenplatte vor, um die weite Fenestra sphenoparietalis wenigstens teilweise auszufüllen und so in ziemlichem Umfang mit zur Bildung einer sekundären Schädelseitenwand beizutragen. Von der Unterfläche des Processus alaris und der Lamina ascendens ragt nach abwärts ein kräftiger, zapfenförmig gestalteter Processus pterygoideus vor. An seine mediale Seite legt sich das Säugerpterygoid mit seiner lateralen Fläche an, während von vorn her der Hinterrand des Palatinum in nächster Nachbarschaft sich findet. Die Arteria maxillaris interna zieht an der medialen Seite des Processus vorbei, tritt aber in keine nähere Beziehung zu ihm, da es nicht zur Bildung eines Canalis alaris (Foramen alisphenoideum) kommt, wie er für andere Säuger (Hund, Kaninchen beschrieben worden ist. Ausser der Verbindung mit der Balken-

platte durch den Processus alaris steht die Ala temporalis noch, weiter caudal, durch die Commissura alicochlearis mit dem Schneckenanteil der Ohrkapsel in Zusammen-

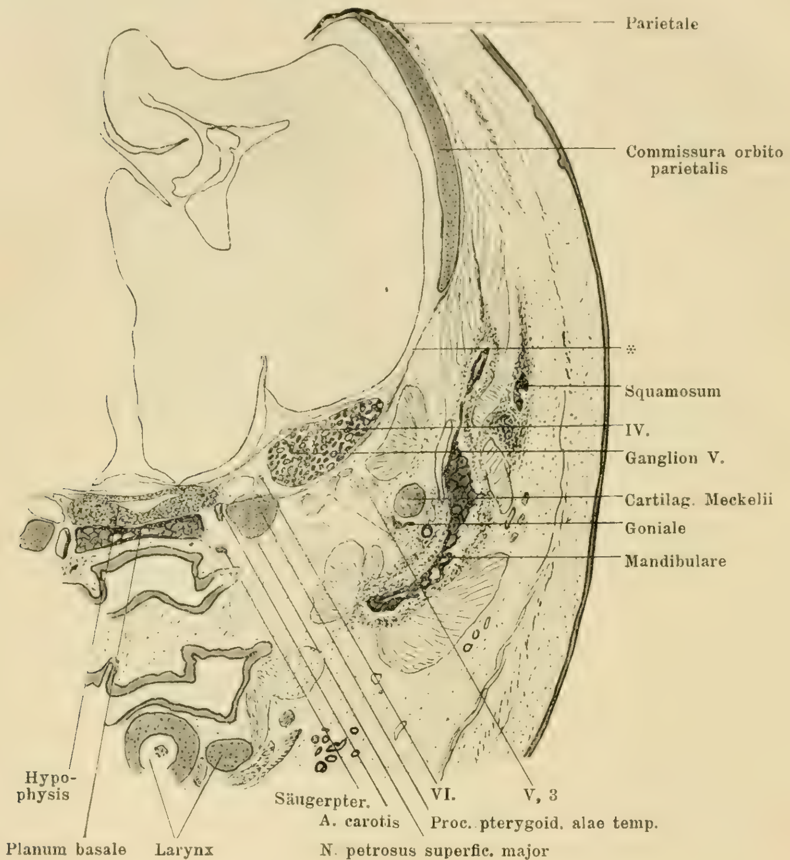


Fig. 5.

Schnitt durch den Sinus cavernosus in der Breite des Foramen caroticum, unter dem das vordere Ende des Säugerpterygoids sichtbar wird. * = Membrana sphenoobturatoria.

hang. Zwischen Processus alaris, Commissura alicochlearis und Basalplatte durchsetzt von ventral her das Foramen caroticum die Schädelbasis (Tafelfig. 1 u. 2). — Broom

(1909) ist geneigt in dem Palatopterygoid der Reptilien, oder wenigstens in einem Teil desselben, das Homologon der Ala temporalis zu sehen, deren Übereinstimmungen nur durch das sich bei der Entwickelung aufwärts verschiebende Epipterygoid („Columella") verdeckt werde. — Eine Beteiligung des „Alisphenoid" an der Paukenhöhle durch einen Fortsatz hinter dem Processus pterygoideus (= „tympanic wing of the alisphenoid"), wie es K. W. Parker (1885) für Marsupialier angibt, konnte ich an meinem Präparat nicht konstatieren.

Lateral vom Foramen caroticum steigt die sich etwas verbreiternde Ala als Lamina ascendens mit geringer medianer Concavität steil aufwärts zu ziemlicher Höhe, bis nahe an den Unterrand der Commissura orbito-parietalis. Die Lamina ascendens wird in ihrem unteren Drittel von dem in lateral-oraler Richtung aus dem Schädel austretenden zweiten Aste des Trigeminus im Foramen rotundum durchsetzt, während der dritte Ast in einer leicht angedeuteten Incisura ovalis über den Hinterrand des Processus alaris, an der Grenze gegen die Lamina ascendens das Cavum cranii verlässt.

Etwa von der Stelle an, wo die Lamina ascendens sich als Seitenwand des Schädelraumes vom Bodenteil der Ala temporalis absetzt, in oraler Verlängerung der lateralen Kante der Commissura alicochlearis, ist die Lamina bis an ihren (freien) Oberrand aus Knochensubstanz gebildet; die Processus alaris und pterygoideus dagegen sind rein knorpelig. — Inwieweit hier primordiale Verknöcherung (durch Ersatz des ursprünglichen Knorpels) oder Knochenneubildung auf bindegewebiger Grundlage vorliegt, kann ich nicht mehr entscheiden; doch möchte ich annehmen, dass die knorpelige Präformation doch wohl in einigermassen beträchtlichem Umfang stattfindet, denn bei dem jüngeren Perameles von 38 mm Länge findet sich bis in die Umgebung des Foramen rotundum hinauf und noch darüber hinaus deutlich charakterisiertes Knorpelgewebe

im Innern der später einheitlich knöchernen Platte der Lamina ascendens, während die Oberfläche schon von Knochenplatten gebildet wird. Weiter gegen die Peripherie zu ist auch in diesem Stadium die Lamina bereits knöchern und reicht schon weit hinauf bis in die Nähe des Unterrandes der Commissura orbitoparietalis (Textfig. 6 u. 7). — Dass es sich um sekundäre Knorpelbildung handeln könnte, auf welche Möglichkeit Gaupp (1902, S. 210) hinweist, erscheint mir im Hinblick auf das Fehlen des Knorpels im älteren Stadium (42 mm) zweifelhaft, doch wäre es ja nicht ausgeschlossen, dass seine Existenz bei relativ spätem Auftreten nur von sehr beschränkter Dauer ist. — Eine Abgliederung der lateralen von der medialen Partie, wie sie von Wincza (1896), Levi (1900), Gaupp (1902) und andern bei verschiedenen Säugern (wie auch beim Menschen) beschrieben worden ist, findet sich an keiner Stelle. Sie müsste nach Gaupp zwischen Foramen caroticum (medial) und Processus pterygoideus (lateral) fallen, während Voit (1909) nach seinen Untersuchungen am Kaninchenschädel sie auf die Grenze zwischen Processus alaris einer- und Processus pterygoideus und Lamina ascendens andererseits verlegt. Ob solch eine Trennung bei Perameles in noch jüngeren Stadien vorhanden ist, bleibt vorläufig unentschieden; bei Perameles von 38 mm findet sie sich nicht. — Jedenfalls aber prägt sich auch in der relativ frühen und vollständigen Verknöcherung der Lamina ascendens eine gewisse Sonderstellung dieses Abschnittes gegen die medialen Teile unverkennbar aus, so dass eine frühere Trennung nicht ganz unwahrscheinlich ist.

Nun gibt K. W. Parker (1885) an, dass das Alisphenoid (=Ala temporalis) bei Marsupialiern als Ossification in der knorpeligen Schädelseitenwand entsteht und nicht als Knorpelplatte, die nur mit der Basis cranii zusammenhängt. — Auch Broom (1909) fand bei Trichosurus, dass die Ala temporalis zunächst als isolierter Knorpelkern im Gebiet der Fenestra

sphenoparietalis unterhalb des Ganglion Gasseri angelegt wird, und erst später mit der Balkenplatte verwächst. Nach Brooms

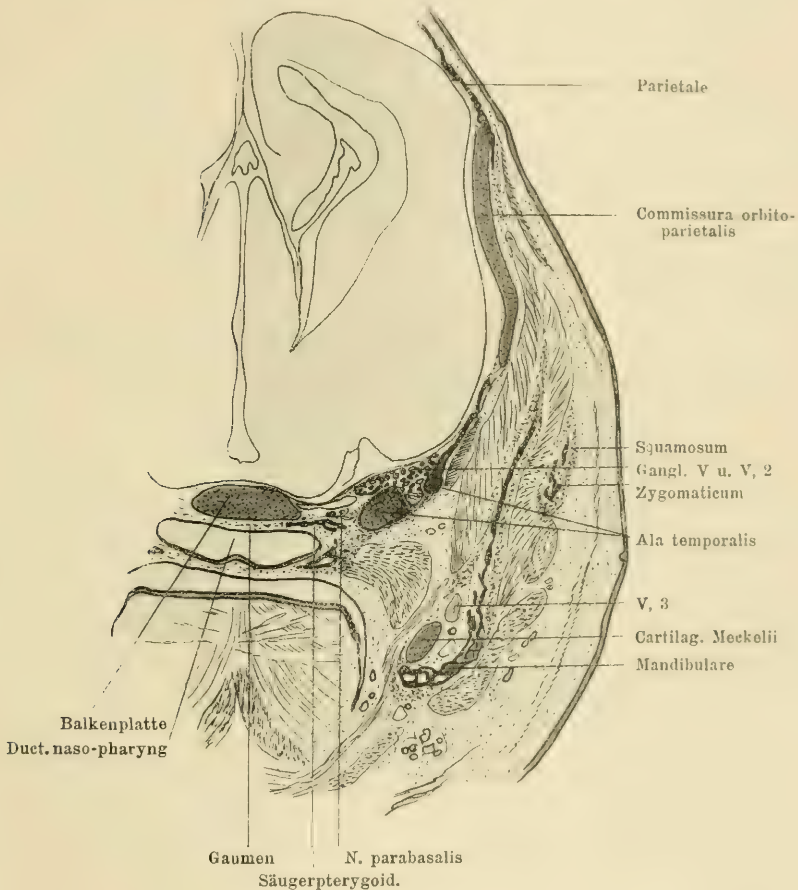


Fig. 6.

Der Schnitt gehört nicht zu der Modellserie, sondern stammt von dem jüngeren Perameles (38 mm lang); er wurde gewählt, um die knorplige Ala temporalis zu zeigen und geht grade durch das Foramen rotundum und den zweiten Ast des Trigeminus.

Darstellung findet sich kein Foramen rotundum, wohl aber erstreckt sich bei Dasyurus im späteren Stadium ein knorpeliger

Fortsatz lateral aufwärts bis ans Orbitosphenoid (Ala orbitalis). Da dieser Fortsatz nach seinen Angaben zwischen dem zweiten

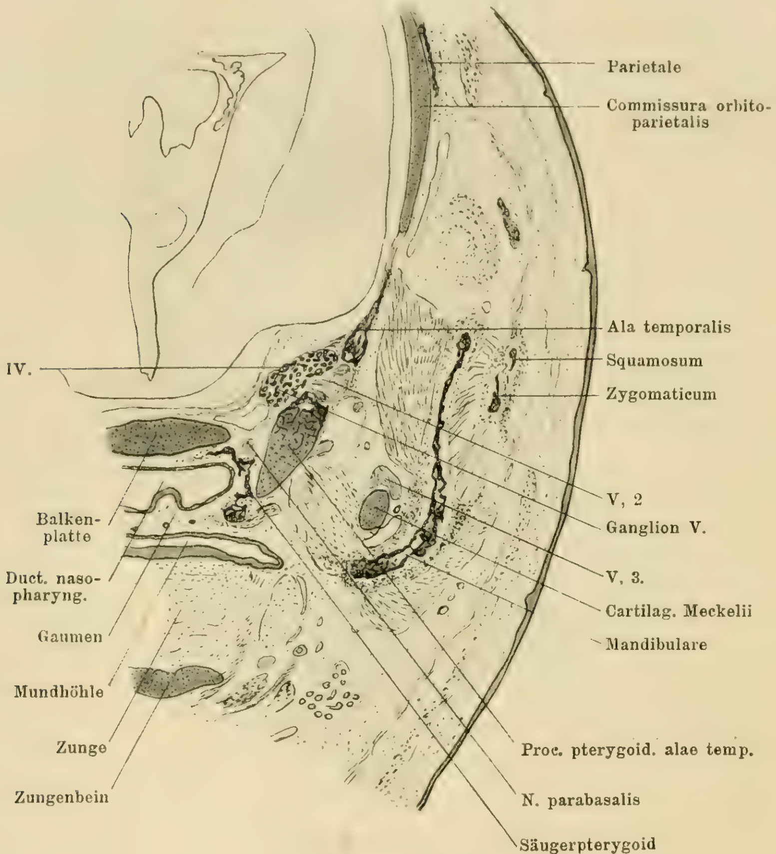


Fig. 7.

Schnitt aus der Modellserie durch die gleiche Gegend wie der vorige, zeigt die Durchbohrung der knöchernen Ala temporalis durch den im Foramen rotundum austretenden zweiten Ast des Trigeminus. Anlagerung des Säugerpterygoids an den Processus pterygoideus der Ala temporalis.

und dritten Trigeminusast liegt, dürfte er nur der caudalen Begrenzungsspange des Foramen rotundum bei Perameles gleich-

zusetzen sein. Leider ist nichts über die Lagebeziehungen des zuerst und isoliert auftretenden Knorpels zu den zwei Nervenästen gesagt; immerhin aber erhält die Auffassung einer wenigstens teilweise knorpeligen Präformation der Ala temporalis durch die Untersuchungen von Broom eine neue Stütze.

Was das Vorhandensein einer Membrana spheno-obturatoria (zwischen Unterrand der Commissura orbito-parietalis und freiem Rand der Ala temporalis) anbetrifft, so geht, wenigstens in den oberen Abschnitten, das Perichondrium der Commissura orbito-parietalis sowie der Taenia prooptica deutlich in die bindegewebige Überkleidung der Ala temporalis über; hinten-unten wird diese Bindegewebsschicht von den starken Nervenästen des Trigeminus und Facialis durchbohrt und ebenso vorn unten in der Gegend, welche etwa dem Foramen opticum und der Fissura orbitalis superior entsprechen würde (siehe unten). Dadurch wird auch an diesen Stellen die Bindegewebsschicht lockerer und das Bild einer „Membran“ wesentlich undeutlicher.

Dieses Verhalten stimmt interessanterweise wieder mit den von Gaupp (1908) bei Echidna festgestellten Verhältnissen überein. In welchem Masse diese Membran zur Bildung der sekundären Schädelseitenwand und damit zur späteren Einverleibung des Cavum epipterycum ins Cavum cranii mit heran gezogen wird, lässt sich auf Grund des mir vorliegenden Materials leider nicht mit Sicherheit entscheiden, doch scheint mir ihre Umwandlung in Knochensubstanz und damit ihre Eigenschaft als Vorläufer der sekundären Schädelseitenwand nach den Bildern, die mir der (etwas ältere) Dasyurus (50 mm) bietet, durchaus wahrscheinlich.

Die Unvollständigkeit der Seitenwand des primordialen Craniums wurde schon hervorgehoben. Im vorderen Teil der Orbitotemporalregion wird dies noch deutlicher durch das Fehlen der Taenia metoptica. Es wird demnach die Ala

orbitalis (orbitosphenoid cartilage Broom)[1]) (Tafelfig. 1, 3 u. 4) mit der Basis cranii nur durch die Taenia prooptica verbunden. Diese stellt eine rundliche Knorpelspange dar, welche caudal von der Verbindungsstelle der Nasenkapsel mit der Balkenplatte zunächst lateral, dann lateral-caudal und nach oben verläuft, um schliesslich in die annähernd senkrecht stehende Platte der Ala orbitalis überzugehen. Diese fliesst nach hinten mit der Commissura orbito-parietalis zusammen, während sie nach vorn mit der lateral-dorsalen Partie der Nasenkapsel (lateral von der Lamina cribrosa) durch eine schmalere Commissura sphenoethmoidalis in Verbindung steht. Sie bildet auf diese Weise mit der Hinterwand der Nasenkapsel, dem Planum antorbitale, eine medial-unten schmale, nach lateral-oben sich erweiternde Fissura orbito-nasalis. Während nach Brooms Darstellung (1909) die Ala orbitalis sich bei Trichosurus ähnlich zu verhalten scheint wie bei Perameles, zeigt sie bei Dasyurus ein sehr abweichendes Verhalten: sie ist nämlich wie aus der Abbild. 26 der Broomschen Arbeit hervorgeht und wie Broom auch selbst hervorhebt, vorn gänzlich mit der Nasenkapsel verwachsen; dadurch ist auch die Bildung einer Fissura orbito-nasalis unterblieben. Leider ist Broom auf das Verhalten der Nerven in dieser Gegend gar nicht eingegangen, so dass es nicht möglich ist, genauere Vergleiche der einzelnen Schädelabschnitte der von ihm untersuchten Marsupialier mit Perameles oder auch mit andern bekannten Säugern durchzuführen. Eine genaue vergleichende Untersuchung speziell der Orbitotemporalgegend bei verschiedenen Marsupialiern dürfte sicher sehr lohnend sein.

Das Fehlen der Taenia metoptica bei Marsupialiern war

[1]) Broom (1909) fasst unter der Bezeichnung „Orbitosphenoid" ausser der eigentlichen Ala orbitalis auch noch die Commissura orbito-parietalis und die Lam. supracapsularis zusammen.

übrigens schon K. W. Parker bekannt, welcher es ausserdem bei Bradypus tridactylus (Edentate) fand, bei dem er aber dies Fehlen auf einen sekundären Schwund des Knorpels zurückführt, der nicht durch Knochensubstanz ersetzt wird; er bringt es mit dem Zahnverlust im Zusammenhang.

Durch das oben erwähnte Fehlen der Taenia metoptica, d. h. durch den Mangel einer caudalen Begrenzung des Foramen opticum, kommt es nun aber auch zum Zusammenfluss dieses Foramens mit der Fissura orbitalis superior. Gaupp (1902, 1911) hat erst kürzlich wieder auf dieses den Marsupaliern mit Echidna gemeinsame merkwürdige Verhalten aufmerksam gemacht. Nach seiner Auffassung kann es sich dabei nur um eine Rückbildungserscheinung handeln.

Die primordiale Schädelseitenwand wird also bei Perameles ausser von den Commissurae orbito-parietalis und spheno-ethmoidalis nur noch durch die Taenia prooptica gebildet, während die bei andern Säugern vielfach auftretenden Taeniae metoptica, interclinoidea und clino-orbitalis fehlen. Auch sonstige weitere Reste einer primordialen, etwa nur während der Ontogenese vorhandenen und noch im Verlauf derselben wieder rückgebildeten Schädelseitenwand, wie sie z. B. beim Kaninchen als Restknorpel a, b, c (Voit 1909) sich nachweisen liessen, zeigt das vorliegende Stadium nicht. — Auch Parker (1885) hebt hervor, dass sog. Processus clinoidei nur sehr gering entwickelt sind. Seine Angabe, dass das Orbitosphenoid (= Ala orbitalis) vorn mit dem Ethmoid verschmilzt, ist wohl als die von Broom (1909) angeführte Verwachsung der Ala orbitalis mit der Nasenkapsel (bei Dasyurus) aufzufassen (siehe oben). Parker erwähnt dort auch eine Verschmelzung des Orbitosphenoid mit dem Alisphenoid, auf die aber bei dem Fehlen genauerer Angaben hier nicht eingegangen werden kann.

Das von Gaupp (1900, 1902) als Cavum epiptery-

cum bezeichnete, dem ursprünglichen Schädelraum durch mehr oder minder weitgehenden Schwund der primordialen Schädelseitenwand einverleibte Raumgebiet, findet sich auch bei Perameles deutlich ausgeprägt. Seine laterale und ventrale Begrenzung wird vom Processus alaris, der Commissura alicochlearis und dem unteren Teil der Lamina ascendens alae temp. gebildet. Zwischen diesen Skeletteilen wird die Wand durch die oben erwähnte Membrana sphenoobturatoria ergänzt (siehe oben). Nach hinten hängt es mit dem von Voit (1909) als Cavum supracochleare unterschiedenen Raum über der Ohrkapsel ohne Grenze zusammen. Vorn (d. h. vor der Wurzel der Ala temporalis) steht es durch die Fissura orbitalis superior + Foramen opticum (= vorderer Teil der Fenestra spheno-parietalis = „common sphenoidal fissure" Parker) mit der Orbitotemporalgrube in weiter Verbindung; hinter der Wurzel der Ala hängt es durch die hintere Abteilung der Fenestra sphenoparietalis gleichfalls mit der Temporalgrube zusammen. Das diese Lücken verschliessende, den ventralen Teil der Membrana sphenoobturatoria darstellende Bindegewebe wird von den das Cavum verlassenden Nerven: Opticus, Oculomotorius, Trochlearis, erster und dritter Ast des Trigeminus, Abducens[1]) durchbohrt, während der zweite Trigeminusast durch das früher schon erwähnte Foramen rotundum in der Ala temporalis tritt und die Arteria carotis durch das Foramen caroticum in der Wurzel der Ala hineinkommt. Von Deckknochen beteiligen sich das Säugerpterygoid (siehe auch bei „Carotis") und das Palatinum neben der Balkenplatte und zwischen den Wurzeln der Taenia prooptica und der Ala temporalis an der Bildung des Bodens des Cavum epipterycum, was durch die geringe Breite der Wurzel der Ala temporalis nebst Verschmälerung der Balken-

[1]) Ein Abducenskanal, wie er z. B. von E. Fischer (1903) bei Semnopithecus andeutungsweise gefunden wurde, besteht nicht, so viel ich an meinen Präparaten sehen kann.

platte zum Septum interorbitale zu erklären ist, und (wenigstens hinsichtlich des Palatinums) wiederum eine Übereinstimmung mit Echidna erkennen lässt. Auch an der Bildung der medialen Wand der Orbita ist das Palatinum beteiligt, nur lässt sich bei dem mangelnden Abschluss dieses Hohlraumes schwer ein Urteil über die Ausdehnung dieser Beteiligung im Vergleich mit andern Formen fällen.

Gegen die medial-dorsal gelegene, das Gehirn umschliessende, primäre Schädelhöhle wird das Cavum epipterycum durch die Dura mater abgegrenzt, welche natürlich, den Durchtrittsstellen der vom resp. zum Gehirn verlaufenden Nerven und Gefässe entsprechend von Öffnungen durchsetzt ist. Eingebettet sind alle diese Gebilde in ein lockeres Bindegewebe, welches wiederum von vielen, dünnwandigen Venen durchzogen wird.

Das grosse Ganglion semilunare des Trigeminus liegt, wie schon früher erwähnt, grösstenteils im Cavum supracochleare (Textfig. 4, 5, 7) und entsendet seine starken Äste vor- und lateralvorwärts in mehr oder weniger langem Verlauf durch das Cavum epipterycum. Der dritte Ast verläuft über den Caudalrand der Ala temporalis, durch die flache Incisura ovalis lateral-ventralwärts, gibt sogleich den steil aufsteigenden R. auriculo-temporalis ab und schliesst sich dann der oberen Kante des Meckelschen Knorpels an. Sobald er den Knorpel erreicht hat, schickt er über dessen dorsale und laterale Fläche den N. mylohyoideus ventralwärts, während der Hauptstamm in Begleitung der Arteria und Vena alveolaris zwischen Meckelschem Knorpel und lateral ihm aufgelagerten Mandibulare im sog. Canalis primordialis des Unterkiefers (Gaupp) nach vorn verläuft. — Der zweite Ast durchsetzt im Foramen rotundum die seitlich aufsteigende Platte der Ala temporalis und gelangt, lateral- und vorwärts verlaufend, in den hintern Teil der Orbita, die er in der gleichen Richtung

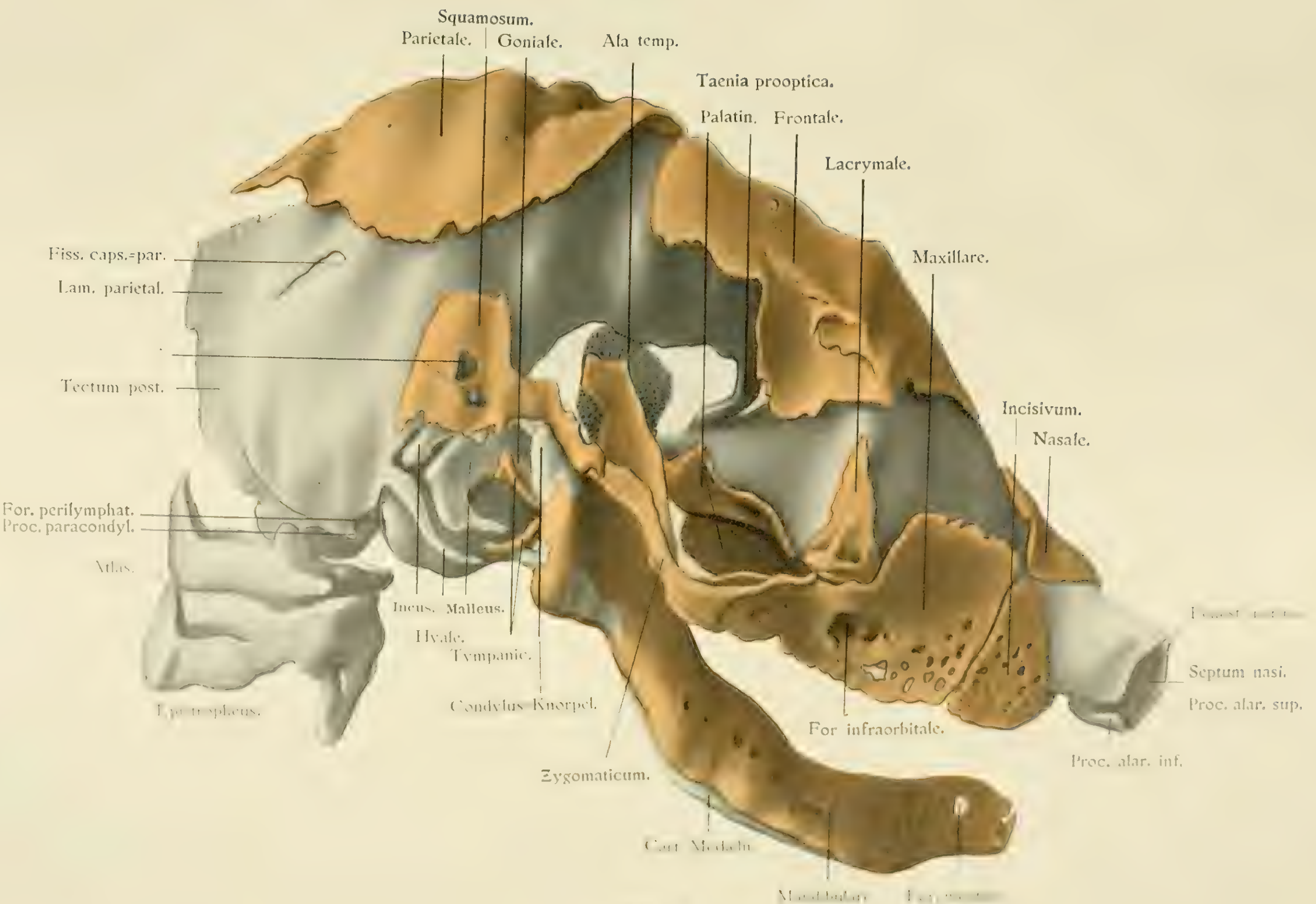
durchzieht. Er liegt dabei in einer lateral offenen Rinne zwischen Maxillare und Palatinum, ungedeckt gegen den Orbitalinhalt, zunächst dicht oberhalb der Zahnanlagen, später zwischen Maxillare und lateral-ventralem Umfang der Nasenkapsel. Aus der lateral-oral schauenden Öffnung des Foramen infraorbitale (des Maxillare) gelangt er in die Wangen- und Schnautzengegend. — Der erste Ast läuft dorsal über die Wurzel der Ala temporalis und tritt oral zu ihr in die Orbita. Vom zweiten Ast wird er zunächst durch die vordere Umrandungsspange des Foramen ovale, weiterhin aber nur durch starke Venen und Bindegewebe getrennt.

Die Arteria carotis interna tritt von der Teilungsstelle aus an die ventrale Fläche der Ohrkapsel, rückt dann weiter vorn auf deren medialen Umfang, in den Winkel zwischen Basalplatte und vorderer Ohrkapsel-Kuppel, wo sie vom N. petrosus superficialis major gekreuzt wird. Eine Strecke weiter oralwärts tritt sie nach Anschluss des N. petrosus profundus und nach Entstehung des N. parabasalis (s. Vidianus) durch das Foramen caroticum in der Wurzel der Ala temporalis in den Sinus cavernosus, resp. das Cavum epipterycum (Textfig. 3—5). — Das Foramen caroticum dient zugleich als Venendurchlass; es ist bei dem jüngeren Perameles (von 38 mm Länge) verhältnismässig noch erheblich weiter und wird dann durch lockeres Bindegewebe verschlossen. Dieses Kleinerwerden in späteren Entwickelungsstadien ist auch an den von Broom (1909) dargestellten Präparaten zu verfolgen. — Nach dem Durchtritt durch die Schädelbasis, im Sinus cavernosus, gibt die Arterie alsbald einen dorsalwärts neben der Hypophyse aufsteigenden und sogleich die Dura durchbohrenden Ast ab, während die Fortsetzung des Stammes im Sinus, medial zum Ganglion semilunare, an der Aussenfläche der Dura, die sie erst weiter oral durchbohrt, nach vorn verläuft. — Unter die Apertura inferior des Canalis caro-



Fig. 3.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden



Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden

ticus schiebt sich von vorn her mit seinem hinteren Ende das Säugerpterygoid, worin sich wiederum eine Übereinstimmung mit dem Verhalten bei Echidna (Gaupp 1908) ausspricht. Dadurch kommt nämlich auch bei Perameles die Carotis interna zusammen mit dem N. parabasalis (s. Vidianus) in einen Raum zwischen knorpeliger Schädelbasis und Deckknochen zu liegen, was wohl zuerst von Gaupp (1910) angegeben wird, welcher auch auf die Ähnlichkeit mit dem Verhalten dieser Gebilde bei Lacerta hinweist. — Über den N. parabasalis selbst ist bereits weiter oben beim Facialis (Regio otica) das wissenswerte mitgeteilt worden; was sein Verhalten zum Säugerpterygoid anbetrifft und das Zustandekommen des Canalis parabasalis so soll darauf bei Beschreibung des Säugerpterygoids etwas näher eingegangen werden.

Was den verschiedenartigen Durchtritt der Carotis durch die knorpelige Schädelbasis, also die Bildung eines Foramen caroticum anbelangt, so stehen sich hier zwei Meinungen gegenüber: Nach der Anschauung von Gaupp (1908) handelt es sich im Falle der lateralen Lage dieses Foramens, wie es die höheren Säuger zeigen, um eine Verschiebung und ein Durchschneiden desselben in lateraler Richtung, während Voit (1909) unter Berufung auf den Verlauf der Carotis im Sinus cavernosus und ihren sekundären Durchtritt durch die Dura den Standpunkt vertritt, dass es sich bei den höheren Säugern um ein ganz neues, durch Anastomosenbildung entstandenes Gefäss handle. Gaupp (1910) sieht eine Bekräftigung seiner Ansicht in dem Verhalten der Carotis bei Talpa und Mus, wo sie unter Durchbohrung der Dura sofort ins eigentliche Cavum cerebrale eintritt. Meine Befunde bei Perameles bieten keine Anhaltspunkte zur Entscheidung dieser Frage. Jedenfalls aber ist die Carotisbahn hier, wie aus ihrem Verhalten zum Cavum epiptericum (resp. zum Sinus cavernosus) sowie zur Dura hervorgeht, mit der der höheren

Säuger identisch, wodurch Perameles sich von Echidna unterscheidet, welche, wie aus den Untersuchungen von Gaupp (1908) hervorgeht, in dem Verlauf der Carotis sich deutlich an die Reptilien anschliesst.

4. Regio ethmoidalis.

Die Nasenkapsel ist ausgezeichnet durch ihre Grösse; sie lässt deutlich einen subcerebralen und einen präcerebralen Abschnitt unterscheiden. Während die Breite von hinten nach vorn gleichmässig zunimmt und etwa in der Mitte ihr Maximum erreicht, verschmälert sich der Querdurchmesser der Nasenkapsel im vorderen Teil, ungefähr von der Grenze zwischen mittlerem und vorderem Drittel an, ganz plötzlich, so dass ihr vorderster Abschnitt dem Hauptteil gewissermassen rüsselförmig angesetzt ist. Der Höhendurchmesser (vom Tectum zum Solum) zeigt eine gleichmässige Abnahme von hinten nach vorn. Während die Knorpelwand der eigentlichen Nasenkapsel seitlich von grosser Vollständigkeit ist, ebenso wie die Decke des präcerebralen Abschnittes, zeigt der über der Lamina cribrosa gelegene vorderste Abschnitt der Schädelhöhle, der Recessus supracribrosus, eine knorpelige Seitenwand nur in Gestalt der Commissura sphenoethmoidalis; ergänzend wird das Dach in diesem Abschnitt in den seitlichen Bezirken vom Parietale gebildet, während die Mitte einer Decke ganz entbehrt. Die Unterfläche zeigt am knorpeligen Schädel eine langgestreckte, durch knöcherne Teile bis auf ein grosses Foramen incisivum geschlossene Fenestra basalis. Der vordere Abschluss der Nasenknorpel wird durch eine Verbreiterung des vorderen Septumrandes (siehe dieses) gebildet, während ihr hinteres Ende, die Cupula posterior, blind geschlossen ist und mit dem Septum interorbitale nach hinten, mit dem Septum nasi nach vorn in homocontinuierlichem Zusammenhang steht. Sie bildet damit zugleich in der

Tiefe der Orbita die medial-vordere Wand dieser Cavität als Planum antorbitale. — Während nach der Darstellung von Broom das hintere Ende der Nasenkapsel bei Trichosurus frei endet, fand er es bei Dasyurus gleichfalls mit dem Septum interorbitale resp. nasi verwachsen; über die von ihm (bei Dasyurus) beobachtete Verbindung der Nasenkapsel mit der Ala orbitalis vergleiche das unter Regio orbito-temporalis gesagte. Die Verwachsung der Cupula posterior nasi, welche Perameles ausserdem noch mit einigen anderen Säugern (Echidna, Talpa) teilt, ist, wie die Untersuchungen von Gaupp gelehrt haben, als eine sekundäre Abänderung zu betrachten, wahrscheinlich hervorgerufen durch die einseitig hohe Entwickelung des Geruchsvermögens und damit auch der Nasenkapsel.

Ausser mit dem Septum interorbitale hängt die Nasenkapsel noch weiter dorsal, jederseits durch die Commissura spheno-ethmoidalis mit dem übrigen Cranium zusammen.

Das Tectum nasi (Tafelfig. 1) wird im aboralen Teil von der Lamina cribrosa gebildet, welche zugleich den subcerebralen Teil der Nasenkapsel vom Cavum cranii (Recessus supracribrosus) trennt. Die Knorpelbälkchen der Lamina sind schon reichlich entwickelt, nur im lateralen sowie im caudal-medialen Teil (neben dem Septum) findet sich jederseits noch eine grössere, nur durch Bindegewebe geschlossene Lücke. Eine eigentliche Crista intercribrosa (Voit, Kaninchen; Olmstead, Hund) besteht also nicht, doch ist die Entwickelung der Lamina allerdings in einer schräg von lateral-caudal nach oral-medial verlaufenden Zone, welche auch dem dorsalen Rande des Ethmoturbinale I entspricht, weiter vorgeschritten als in den übrigen Teilen. Vielleicht hängt es mit dieser vorgeschrittenen Entwickelung der knorpeligen Lamina zusammen, dass von einem intracranialen, d. h. dorsal zur Lamina gelegenen, Abschnitt des Septum nasi (= Crista galli) so gut wie nichts zu sehen ist. Die Grenze gegen den vorderen, präcere-

bralen Abschnitt des Tectum nasi wird an den Seiten durch die schräg vor- und medianwärts auslaufende Commissura spheno-ethmoidalis gebildet; in der Mitte geht die Ober-

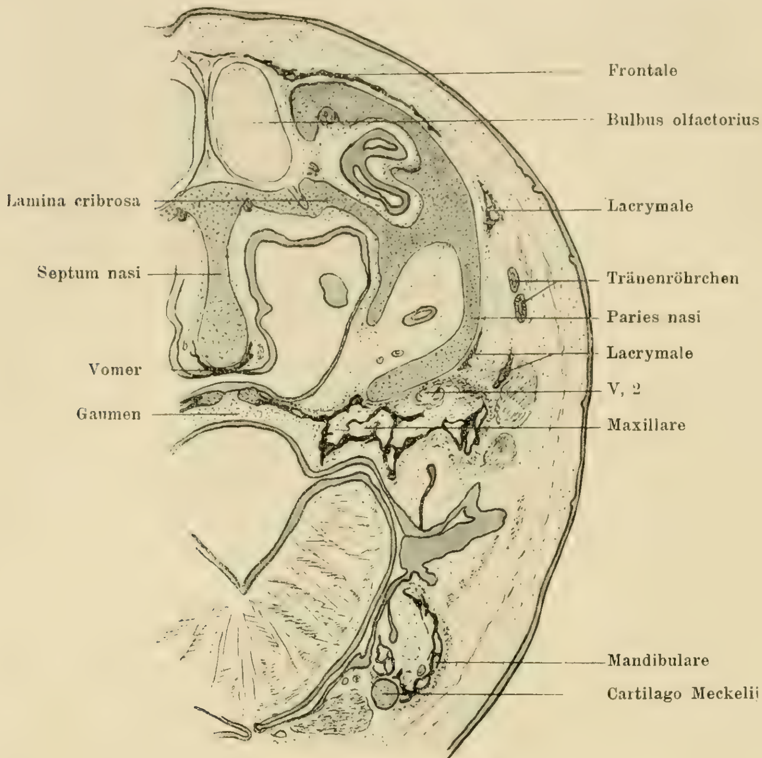


Fig. 8.

Schnitt durch das hintere Ende der Nasenkapsel, im Gebiet des caudalen Abschnittes der Fenestra basalis und der Lamina cribrosa. Das Epithel der Nasenhöhle ist von der Unterlage abgehoben. Beachte die hohe Wölbung des Gaumens.

fläche der Lamina cribrosa ohne Grenze in den präcerebralen Abschnitt des Tectum über. Dieses erstreckt sich ohne Unterbrechung nach vorn bis zum Übergang in das verbreiterte Septum resp. die Cartilago cupularis und bildet dabei die dorsale

Umrandung der Fenestra narina; seitlich geht es gewölbt in die Seitenwand der Nasenkapsel, die Paries nasi, über. Seine Mitte ist dorsal leicht rinnenförmig eingedellt, entsprechend der Ansatzlinie des Septum an seiner Innenfläche. Ein Stück vor dem Vorderrand der Lamina cribrosa wird das Tectum vom Foramen epiphaniale durchbohrt, durch welches der Endast des N. ethmoidalis als N. lateralis nasi auf die Aussenfläche der Nasenkapsel gelangt (siehe unten).

Die Paries nasi (Tafelfig. 3 u. 4) reicht ohne Unterbrechung von der hinteren Nasenkuppel bis zur Spitze, wo sie die laterale Begrenzung der Fenestra narina bildet. Nach oben geht sie vorn, wie bereits erwähnt, allmählich in das Dach der Nasenkapsel über, hinten stösst sie in einer unscharfen Kante mit dem Seitenrand der Lamina cribrosa zusammen. An der Grenze dieser beiden Abschnitte verbindet sich die Commissura sphenoethmoidalis in der bereits geschilderten Weise mit der Nasenkapsel. Im mittleren Drittel markiert sich auf der Aussenseite der Paries nasi eine flache Rinne, welche von der Stelle der grössten lateralen Vorwölbung schräg medial-oral-ventralwärts gegen die Fenestra basalis verläuft. An deren Oberrand setzt sie sich nach vorn fort, geht dann über die Ventralfläche der Lamina transversalis anterior und endet in einer Incisur an deren lateral-ventralem Umfang, welche von lateral her den Processus alaris inferior von der ventralen Verbreiterung des Septums absetzt; in ihr verläuft der Ductus nasolacrymalis (siehe über seinen sonstigen Verlauf unter Lacrymale). Ob es später wie bei Echidna (Gaupp 1908) zum oralen Abschluss der Rinne und damit zum Einschluss des Ductus in den Knorpel kommt, bleibt unentschieden.

Nach unten geht die Nasenseitenwand ohne Grenze in das sehr unvollständige, nur durch eine schmale laterale Leiste dargestellte Solum nasi über, welches am Knorpelcranium von dem ihm gegenüberliegenden Septumrand durch die ganze

Breite der grossen Fenestra basalis getrennt ist. Einen gleich unvollständigen knorpeligen Nasenboden zeigt auch Trichosurus, während Dasyurus sich durch die gute Ausbildung seines Solum nasi auszeichnet (Broom 1909).

Eine wenig ausgedehnte Lamina transversalis post. verbindet das hintere Ende dieses lateralen Bodenabschnittes mit dem Septum sowie mit der aboralen Kuppel der Nasenkapsel. Ebenso fehlt ein hinterer Teil der Cartilago paraseptalis und ein Processus palatinus soli nasi; letztgenannter Fortsatz fehlt übrigens nach Broom (1909) bei Dasyurus und Trichosurus gleichfalls. Ausgedehnter ist die Lamina transversalis anterior, welche sich als vordere Begrenzung der Fenestra basalis zwischen vorderem Teil des Septum und Paries nasi ausspannt und zugleich die Grenze zwischen Fenestra basalis und Fenestra narina bildet. Ihr oraler Rand entwickelt an der Übergangsstelle in die Paries nasi einen kleinen, nur wenig vorspringenden Processus alaris superior und wendet sich dann scharf medial; an dieser Stelle sitzt ihm ein caudal, d. h. in den Nasengang schauender Fortsatz auf, der wohl als ein verkümmertes Atrioturbinale zu deuten ist. Medial zu dessen Abgangsstelle wendet sich die Lamina transversalis anterior plötzlich direkt ventralwärts und verschmilzt mit dem lateralen Rande der Cartilago cupularis. Durch die schon oben erwähnte Rinne wird der Processus alaris inferior noch besonders scharf abgesetzt. Durch die Verwachsung der Lamina transversalis anterior mit dem Septum kommt es zur Bildung einer Zona anularis der Nasenkapsel, d. h. eines Gebiets, in dem sie allseitig von Knorpel umschlossen ist und wie sie uns z. B. Echidna und Canis zeigen, während Lepus sie vermissen lässt (Textfig. 11). Von ihrer Vereinigungsstelle mit dem Septum aus schickt die Lamina transversalis ant. einen kurzen Fortsatz am Septum entlang nach hinten, die Cartilago paraseptalis (Tafelfig. 2). Sie bleibt vom Septum

durch eine schmale, bindegewebig geschlossene Spalte getrennt; ihr vorderes Ende besteht aus einer einfachen Leiste, welche hinten in zwei solche auseinanderweicht, in deren dorso-lateral, d. h. ins Innere des Nasenganges gewendete Aushöhlung das Jacobsonsche Organ eingebettet ist. Dabei ragt die mediale

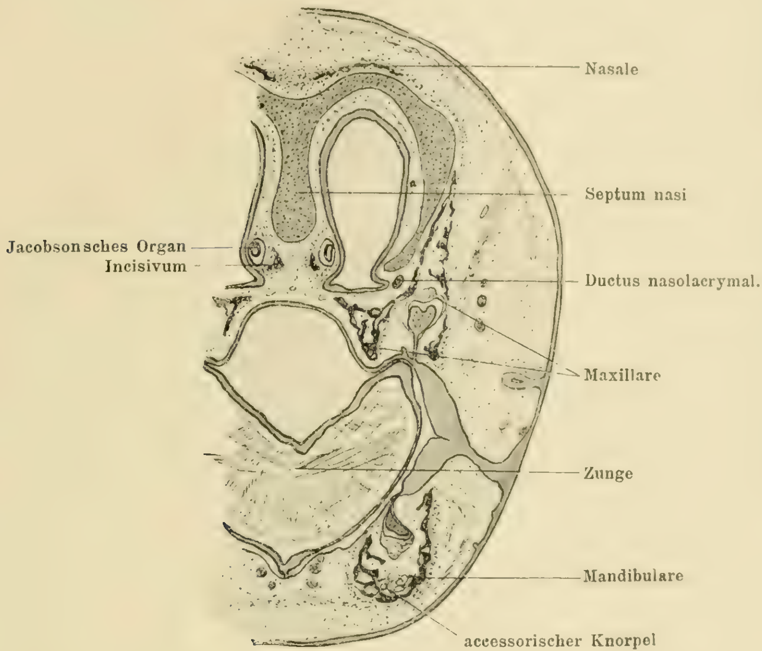


Fig. 9.

Schnitt durch die Mitte der Nasenkapsel. Das Jacobsonsche Organ liegt (ohne Cartilago paraseptalis) dem Incisivum auf.

Knorpelleiste bedeutend weiter dorsal und caudal als die laterale, welche kurz vor ihrem caudalen Ende eine Incisur für den nach der Mundhöhle ziehenden Ductus Jacobsonii zeigt. Die mediale Fläche der Cartilago paraseptalis bildet somit nur für eine kurze Strecke die mediale Umrandung des vorderen Endes der knorpelig begrenzten Fenestra basalis. An dem mit seinen Deckknochen in Zusammenhang befindlichen Schädel,

wie ihn Tafelfig. 2 rechterseits zeigt, wird die grosse Öffnung der Fenestra basalis durch Vomer, Palatinum, Maxillare und Prämaxillare zum grössten Teil geschlossen; nur vorn bleibt zwischen Maxillare und Prämaxillare das Foramen incisivum offen, durch dessen vorderen Einschnitt (im Prämaxillare) der Ausführgang des Jacobsonschen Organs (Textfig. 10) die Nasenhöhle verlässt. — Auch bei Dasyurus [1]) reicht nach der Broomschen Darstellung die Cartilago paraseptalis nicht bis zum caudalen Abschluss der Nasenkapsel, während er sie bei Trichosurus in deutlichem Zusammenhange mit der Lamina transversalis posterior findet (Broom 1909, Fig. 1, 10 u. 25).

Zu bemerken ist noch, dass das Jacobsonsche Organ beträchtlich weiter nach hinten reicht als die zu seiner Aufnahme bestimmte Knorpelrinne und dass es hinter deren caudalem Ende auf dem weiter unten noch zu erwähnenden Processus palatinus medialis des Prämaxillare ruht. Diese Kürze der Cartilago paraseptalis steht im Gegensatz zu dem Verhalten bei Halmaturus (Seydel 1896) und Trichosurus (Broom 1909). Gaupp (1908) bringt die Reduktion in Zusammenhang mit der Fixation der Cupula nasi posterior; und mir scheint nach dem Befunde bei Perameles sowie nach den Präparaten von Broom diese Auffassung zutreffender als die Voitsche Annahme (1909) wonach die Länge der Cartilago durch eine starke Entwickelung des Jacobsonschen Organs mitbedingt sein soll, da hier trotz der bedeutenden caudalen Ausdehnung des Organs der Knorpel eine so geringe Entfaltung zeigt.

Der Innenraum der Nasenkapsel wird durch ein vertical gestelltes knorpeliges Septum nasi in zwei Hälften geteilt. Der Oberrand des hinten niedrigen, nach vorn, bis etwa zur Mitte, an Höhe zunehmenden Septums ist im hinteren Gebiet der Lamina cribrosa frei, während er im vordern Teil dieser

[1]) Ich kann Broom nicht ganz zustimmen, da bei meinem Dasyurus ein Zusammenhang der Cartilago mit der Lamina besteht.

Partie mit den seitlichen Teilen der Lamina cribrosa und oral dazu mit der Decke der Nasenkapsel verwachsen ist. Der niedrige vordere Rand des Septums verbreitet sich plötzlich nach beiden Seiten hin zu einer vertikalen Platte, der Cartilago cupularis, welche nach oben in die Paries nasi, nach unten in die Lamina transversalis anterior übergeht.

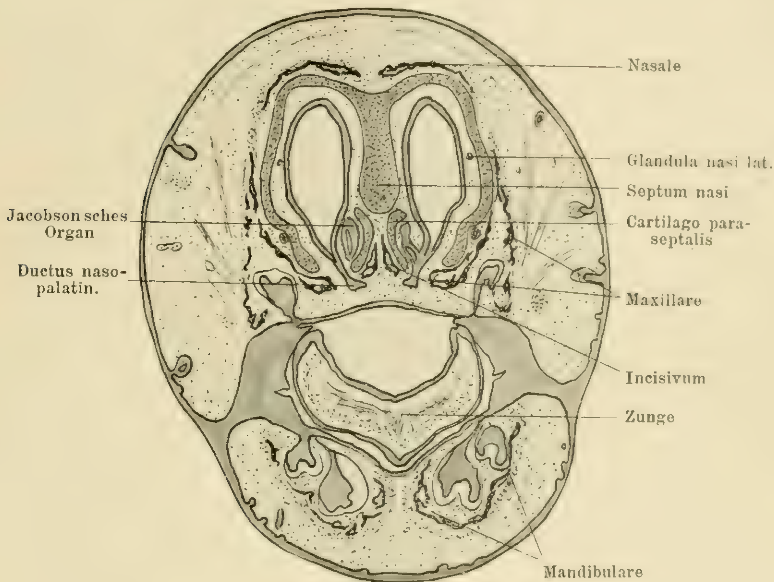


Fig. 10.
Schnitt durch die Nasenkapsel im Gebiet der Fenestra basalis und des Foramen incisivum.

Dadurch kommt es, dass die Fenestra narina mit ihrer Eingangsebene, die fast vertical gestellt ist, lateral-oral schaut (Tafelfig. 2 u. 3). Der Unterrand des Septums geht von der Verschmelzungsstelle der hinteren Nasenkuppel mit der unbedeutenden Lamina transversalis posterior und mit dem Septum interorbitale als direkte Fortsetzung des letzteren frei nach vorn, wo er in die annähernd horizontal gestellte Lamina

transversalis anterior übergeht. Seinem vorderen Ende lagert sich die oben erwähnte Cartilago paraseptalis an, nur durch einen schmalen Spalt von ihm getrennt; so bildet er fast die ganze mediale Begrenzung der knorpelig umwandeten Fenestra basalis, von der er nur vorn durch die eben genannte Cartilago paraseptalis getrennt wird. Der Unterkante, in geringem Masse auch der Seitenfläche des Septums liegt auf eine lange Strecke der Vomer an (siehe diesen); doch bleibt mehr als ein Drittel im vorderen Abschnitt ohne Deckknochenbelag, und auch das caudalste Ende der ventralen Septumkante ist wegen des Auseinanderweichens der beiden hinteren Vomerzipfel frei von einem solchen. Übrigens ist das Septum von Perameles undurchbohrt im Gegensatz zu dem Verhalten, welches Gaupp (1908) von Echidna berichtet und was auch Parker (1885) als ein Merkmal niederer Vertebraten aufführt.

Der Hohlraum jeder Nasenhälfte kommuniziert mit der Schädelhöhle durch die Öffnungen der Lamina cribrosa, mit der Mundhöhle durch die Fenestra basalis und mit der Aussenwelt durch die Fenestra narina. — Das dem Ram. lateralis des N. ethmoidalis zum Durchlass dienende kleine Foramen epiphaniale im Nasendach wurde schon früher erwähnt. Im Anschluss an Voit (1909) sind im Binnenraum der Nasenhöhle drei Teile zu unterscheiden: eine Pars posterior s. ethmoidalis, eine Pars anterior s. maxillo-naso-turbinalis und ein Recessus lateralis. Von diesen liegen die beiden letzteren im wesentlichen subcerebral, während der erstere den präcerebralen Abschnitt der Nasenhöhle bildet.

Das einfachste Verhalten bietet die Pars anterior s. maxillo-naso-turbinalis von der Fenestra narina bis zu einer Leiste, die halbmondförmig an der Seitenwand sich vom Dach (vorderer Teil der Lamina cribrosa) bis zum Ansatz der Paries nasi an die Bodenfläche erstreckt — die Crista semicircularis. Das Maxilloturbinale ist nur durch eine ganz

leichte Dorsalkrümmung des medialen freien Randes des knorpeligen Nasenbodens angedeutet. Über das kleine, vom Ventralrand der Fenestra narina caudalwärts vorspringende Atrioturbinale wurde schon gehandelt. Ein Nasoturbinale fehlt. — Auch Parker (1885) betont die geringe Entwickelung des Nasenlabyrinths.

Von der hinteren Nasenkuppel nach vorn bis zum Ethmoturbinale I erstreckt sich die Pars posterior s. ethmoi-

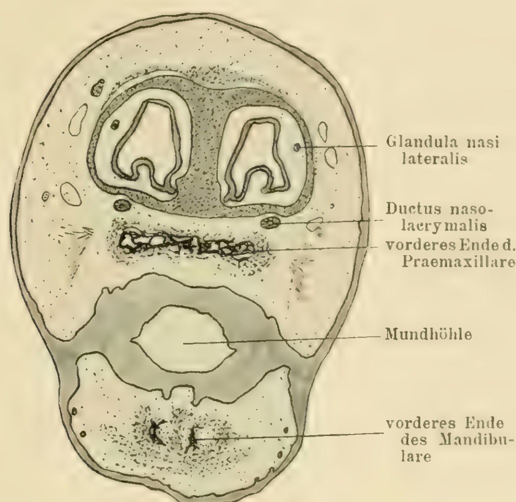


Fig. 11.
Schnitt durch die Zona anularis der Nasenkapsel.

dalis, durch die von der lateral-caudalen Wand ins Lumen vorspringenden Ethmoturbinalia in mehrere Nischen geteilt. Das Ethmoturbinale I hat annähernd die Gestalt einer dreiseitigen Pyramide mit stark eingedrückten Seiten, welche mit ihrer Basis (von dreizipfliger Gestalt) der Nasenwand an der Grenze von Seitenwand und Caudalwand (= Planum antorbitale aufsitzt. Die eine Seite dieser Pyramide schaut medianwärts in die Pars posterior, die andern beiden lateral- bzw. ventralwärts in den Recessus lateralis. Die obere Kante läuft in

dorsal-caudaler Richtung in die Unterfläche der Lamina cribrosa aus und scheidet die Pars posterior vom oberen Teil des Recessus lateralis; die zweite Kante springt annähernd horizontal vor und geht an die ventral-caudale Wand, wo sie Pars posterior und unteren Abschnitt des Recessus lateralis trennt; die dritte Kante erstreckt sich lateralwärts in den Rec. lateralis hinein und teilt ihn in einen oberen und unteren Teil. Caudal zum Ethmoturbinale I finden sich noch vier Ethmoturbinalia, von denen Ethmoturbinale III an Grösse hinter den andern zurücksteht; sie stellen alle dünne Platten dar, welche von der lateral-caudalen Wand in medial-oraler Richtung ins Lumen vorspringen.

Der Recessus lateralis umfasst einen etwa halbringförmigen Raum, durch den die grösste seitliche Vorwölbung der Nasenkapsel bedingt wird. Gegen die Pars posterior wird er in der oben beschriebenen Weise durch das Ethmoturbinale I abgegrenzt, gegen die Pars anterior durch die Crista semicircularis, bis auf einen schmalen Bezirk am Boden, wo Recessus und Pars anterior ineinander übergehen. Sein oberer Abschnitt — Recessus frontalis — wird vom unteren — Recessus maxillaris — durch das lateralwärts auslaufende Ethmoturbinale I abgesetzt. Während sich im unteren Abschnitt keine Besonderheiten finden, enthält der Recessus frontalis zwei Conchae frontales (Conchae obtectae Peter), welche von der lateralen und caudalen Wand entspringen; sie fassen zwischen sich drei nach aussen gewölbte Ausbuchtungen, von denen die beiden caudalen durch die laterale Kante des Ethmoidale I vom Recessus maxillaris getrennt sind, während die am weitesten oral und dorsal gelegene ohne Grenze mit ihm zusammenhängt. Das Foramen epiphaniale durchbohrt dicht hinter dem oberen Ende der Crista semicircularis die lateral-dorsale Wand der Nasenkapsel.

In welcher Weise sich Prämaxillare, Maxillare und Vomer

an der Bildung des Solum nasi beteiligen, wurde schon erwähnt; erstgenannte beide Knochen treten auch zur Seitenwand in Beziehung (siehe Tafelfig. 4). Caudal zu ihnen bildet ausserdem das Lacrymale einen Deckknochen der lateralen Wand gerade an der Stelle ihrer stärksten lateralen Vorwölbung. Dem hinteren Abschnitt der Nasenkapsel legt sich von lateral-ventral her das Palatinum an (siehe dieses). Auf dem hintern Teil des präcerebralen Abschnittes des Tectum nasi sowie auf dem lateral der Lamina cribrosa sich anschliessenden Teil der Paries nasi liegt mit seiner oralen Hälfte das Frontale auf, während noch weiter vorn das Nasale in seiner ganzen Ausdehnung dem lateral-dorsalen Umfang der Nasenkapsel sich anschmiegt.

Die stattlichen Bulbi olfactorii lagern auf der Lamina cribrosa, durch deren teils knorpelig, teils bindegewebig begrenzte Lücken sie ihre Fila olfactoria nach abwärts zur Riechschleimhaut entsenden. Der N. ethmoidalis (vom ersten Ast des Trigeminus) verlässt die Orbita durch die Fissura orbito-nasalis (vor der Taenia prooptica) in Begleitung einer kleinen Arterie, zieht über den lateralen Teil der Lamina cribrosa nach vorn und tritt schliesslich durch das Foramen cribroethmoidale auf die Innenfläche des Tectum nasi; dass sein Endast, d. N. lateralis nasi das Innere der Nasenkapsel durch das Foramen epiphaniale wieder verlässt, wurde schon mehrfach erwähnt (siehe oben).

Auch über den Verlauf des Ausführganges des Jacobsonschen Organs vergleiche man das oben gesagte.

Was den Ductus naso-lacrymalis und seine Beziehungen zur Nasenkapsel betrifft, so ist darüber schon gehandelt worden; über seinen weiteren Verlauf soll im Zusammenhang beim Lacrymale ausführlicher gesprochen werden.

II. Primordiales Visceralskelet.

Das Primordialskelet des Mandibular-Bogens ist, wenn auch schon gegliedert, doch noch ganz vollständig: ausser dem bereits abgegliederten Ambos umfasst es den noch in ganzer Länge erhaltenen Meckelschen Knorpel und den mit ihm homocontinuierlich zusammenhängenden Hammer. — Die Gehörknöchelchen (auch der Stapes) fallen durch ihre relativ noch recht bedeutende Grösse auf.

Der Meckelsche Knorpel (Tafelfig. 2, 3 u. 4) hat rundlichen Querschnitt und weist fast in seiner ganzen Länge eine annähernd gleichmässige Dicke auf. Er verläuft von seiner Verbindungsstelle mit dem Caput mallei an zunächst nach vorn und medial, dann ziemlich steil abwärts und zuletzt wieder in mehr horizontaler Richtung dem der anderen Seite entgegen. Dennoch bleiben beide Knorpel bis an ihr vorderstes Ende ziemlich weit von einander entfernt; erst kurz vor ihrem oralen Ende wenden sich ihre verstärkten Endstücke plötzlich medianwärts und gegeneinander, um in einer ziemlich breiten Symphyse zu verschmelzen. Es ist jedoch, da auch der angrenzende Deckknochen, das Mandibulare, Knorpeleinlagerungen zeigt, nicht möglich, in diesem vorderen Abschnitt mit Bestimmtheit die Grenzen der verschiedenen Knorpelterritorien anzugeben und exakt zu bestimmen, inwieweit der Meckelsche Knorpel zum Aufbau des definitiven Unterkiefers mit verwendet wird (siehe darüber auch unter Mandibulare).

Der Malleus (Tafelfig. 2, 3 u. 4) gleicht, von lateral her betrachtet, fast einem Komma (,) mit starker, oral concaver Krümmung. Sein (convexer) Hinterrand trägt im oberen Teil einen Einschnitt, mit dem er sich an der Bildung der Gelenkfläche für den Ambos beteiligt. Vervollständigt wird diese Gelenkfläche durch einen Fortsatz, der gleichfalls vom Ober-

rand, dicht vor dem erwähnten Einschnitt, in medialer Richtung abgeht. Der vordere (concave) Rand des Knochens erscheint wie zugeschärft. An der vorderen, oberen Ecke erfolgt der Übergang des Caput mallei in den Meckelschen Knorpel (sens. str.), ohne dass sich jedoch die künftige Grenze beider Skeletelemente schon angeben liesse. Der untere Teil des Manubrium läuft in einen stark verschmälerten, nach vorn gewendeten Fortsatz aus. Eine Verschmelzung mit dem Goniale (= Proc. ant. s. Folianus mallei), wodurch der definitive Hammer der Säuger morphologisch den Wert eines Gonio-Articulare erhält, hat noch nicht stattgefunden. Über das Goniale und sein Verhalten zur Chorda tympani siehe weiter unten. Ob das Manubrium, wie Hammar (1902) und Fuchs (1906) annehmen, zuerst im Gebiet des Hyalbogens entsteht, ist auf dem vorliegenden Stadium nicht zu entscheiden; ebensowenig kann hier die Fuchssche Auffassung von 1909 (Hammer und Ambos = Quadratum) nachgeprüft werden.

Der äussere Gehörgang ist noch durch eine solide Epithelmasse verschlossen. Das Trommelfell mit dem eingelagerten Manubrium mallei lässt sich zwischen diesem Epithel und dem medial gelegenen, grossenteils noch von lockerem Bindegewebe erfüllten Hohlraumsystem der Paukenhöhle gut unterscheiden.

Der Incus (Tafelfig. 2, 3 u. 4) wird mit Ausnahme der Spitze des Corpus und des unteren Endes des Processus longus von der lateralen Seite her durch das Squamosum verdeckt. Sein vorderes, verdicktes Ende (Corpus) steht mit dem Malleus in Articulation. Vom Corpus geht nach hinten-unten der Processus longus, welcher mit der medialen Fläche seines Distalendes mit dem Stapes gelenkig verbunden ist. Von der gleichen Stelle wie der Processus longus geht auch der Proc. brevis aus, und zwar wendet er sich in horizontaler Richtung direkt nach hinten.

Das Gelenk zwischen Stapes und Incus ist nur durch eine Zone von verdichtetem Bindegewebe markiert, dagegen zeigt die zwischen Incus und Malleus (d. h. dem Gelenkende des Meckelschen Knorpels) gelagerte Gewebeschicht deutlich die beginnende Bildung eines Gelenkspaltes.

Vom Hyalbogenskelet ist im vorliegenden Stadium ausser dem Stapes nur noch das proximale und distale Stück des Reichertschen Knorpels erhalten, ohne dass eine Verbindung zwischen beiden sich nachweisen liesse. — Nach Parker (1885) ist das Proximalende des Hyale der Marsupialier in frühen Entwickelungsstadien von V-förmiger Gestalt; der eine Schenkel wird dann später zur Columella (resp. Stapes), während der andere das Interhyale bildet (siehe unten).

Der Anteil, welchen der Hyalbogen sowie die folgenden knorpeligen Branchialbogen an dem Aufbau von Zungenbeinapparat, Kehlkopfskelet und Trachea nehmen, ist in diesem späten Entwickelungsstadium nicht mehr zu bestimmen, weshalb ich auch nicht näher auf diese Teile eingehen werde und nur auf Tafelfig. 3 verweisen möchte, welche ausser dem Zungenbein auch das Larynx-Skelet deutlich zur Anschauung bringt.

Der Stapes bildet eine Art von Stapes columelliformis, d. h. sein von der Fussplatte sich lateral erhebender Abschnitt ist eine in dorso-ventraler Richtung zusammengedrückte Platte, die keine Durchbohrung aufweist. Mit seiner Fussplatte füllt der Stapes die ovale Öffnung der Fenestra vestibuli, während sein laterales Ende mit dem Processus longus des Ambos articuliert. Von dieser Stelle aus springt ventral-caudal ein kleiner knopfförmiger Fortsatz vor, an dem die Sehne des M. stapedius inseriert. Dieser Fortsatz dürfte das „Interhyale“ oder „Infrastapediale“ repräsentieren, wie es sich nach der Darstellung von K. W. Parker (1885) auch bei Edentaten (Bradypus, Choloepus, Manis und anderen) und Insectivoren (Galeopithecus,

Erinaceus) findet. — Auch bei Dasyurus (50 mm) fand ich den Stapes ohne Durchbohrung, während er bei Marmosa (14 mm) von einer verhältnismässig kräftigen Arterie durchsetzt wird und auch Didelphys (25 u. 30 mm) deutlich ein ringförmiges Blastem aufweist. — Auch Broom (1909) fand den Stapes bei Trichosurus — über Dasyurus macht er keine Angaben — durchbohrt, während Bender (1907) den Stapes von Petrogale als „säulenförmig" bezeichnet. Auch hierin bieten also die Marsupialier ein sehr variables Verhalten.

Eine Entscheidung, ob der Stapes dem Hyalbogen oder der Ohrkapselwand ganz oder teilweise entstammt, ist an den weit entwickelten vorliegenden Stadien nicht zu treffen. Unter diesem Gesichtspunkt ist auch die weiter unten angeführte Beobachtung Brooms bei Trichosurus zu betrachten. Ausserdem vergleiche man die zahlreichen Arbeiten von Gaupp.

Das obere Ende des Reichertschen Knorpels, als Hyale (Stylohyale) bekannt, besteht aus einer langen, dünnen Knorpelspange, welche homocontinuierlich mit der Crista parotica der Ohrkapsel in Verbindung steht und weit am lateralen und lateral-ventralen Umfang der Pars cochlearis herabreicht (Tafelfig. 2, 3 u. 4). — Sehr auffallend ist, was Broom (1909) vom Hyoid bei Trichosurus berichtet: danach articuliert es mit seinem oberen Ende zum Teil mit dem langen Fortsatz des Ambos, zum Teil mit dem Rande des Tegmen tympani; letztere Verbindung entspricht wohl dem Zusammenhang mit der Crista parotica, während die Deutung der ersteren vorläufig dunkel bleibt.

Nach van Kampen (1905) fehlt den erwachsenen Perameliden ein „Tympanohyale".

Über das Verhalten des Facialis, resp. der Chorda tympani zum Hyale vergleiche das im Abschnitt über die Regio otica darüber gesagte.

Ein Zusammenhang des Hyale mit dem kleinen Zungen-

beinhorn, als dem vorderen (unteren) Ende der hyalen Skeletspange, ist nicht nachweisbar.

Das Zungenbein (Tafelfig. 3) erinnert in seiner ganzen Configuration sehr an das des Menschen. Es bildet mit seinem Corpus eine caudal concave Knorpelspange, welche nach hinten in die Cornua branchialia I ausläuft und durch diese mit der Cartilago thyreoidea homocontinuierlich zusammenhängt. Von der Spange des Corpus erheben sich lateral-dorsal die kurzen Cornua hyalia, durch eine verdichtete Gewebszone vom Corpus abgesetzt; sie bleiben vom distalen Ende des Hyale durch einen beträchtlichen Raum getrennt (siehe auch Hyale). Auch der Zusammenhang der hinteren unteren Enden des Thyreoid mit dem Cricoid ist knorpelig. Nur die Stellknorpel sind bereits völlig isoliert.

Erwies sich somit zwar das primordiale Visceralskelet im vorliegenden Stadium (wegen zu weit vorgeschrittener Entwickelung) als nicht mehr geeignet zur Entscheidung der Fragen nach der genetischen Zugehörigkeit der einzelnen Teile der definitiven Skeletstücke — (siehe die Untersuchungen von Gaupp, Drüner, Hammar, Fuchs) — so ergaben die gefundenen Tatsachen doch auch keine Anhaltspunkte, welche mit den bisher unter dem Namen der Reichertschen Theorie aufgestellten Homologien in Widerspruch ständen.

III. Deckknochen.

Die Deckknochen lassen bereits sämtlich ihre definitive Gestalt erkennen. Obgleich sie teilweise schon recht gross sind, sind sie doch alle noch voneinander wohl isoliert.

Ein freies Interparietale fehlt ebenso wie bei Echidna (Gaupp 1908) und den Edentaten: Dasypus und Tatusia

(Parker). Ob es inconstant ist wie beim Schwein (Forster 1902) oder schon mit dem Parietale verschmolzen (Schwalbe 1899) ist unbestimmt. Dass es noch gar nicht angelegt sein sollte, halte ich für unwahrscheinlich, da alle anderen Deckknochen schon in voller Entfaltung vorhanden sind. Auch Broom (1909) erwähnt es nicht; dagegen hebt K. W. Parker (1885) ausdrücklich seine gute Entfaltung bei Marsupialiern hervor; es scheint also auch in diesem Punkt bei denselben einige Variabilität zu bestehen.

Das Parietale (Tafelfig. 1 u. 4) wird durch eine länglich-runde Platte[1]) dargestellt, die oral und caudal etwas zugespitzt und von der medial-ventralen Seite her ausgehöhlt ist. Es legt sich mit seinem unteren Teil der Lamina parietalis sowie der Commissura capsulo-parietalis von lateral her an; oben überragt es den Knorpelschädel beträchtlich nach der Mitte zu, ohne diese jedoch ganz zu erreichen. Sein Unterrand erstreckt sich nicht bis zur Fissura capsulo-parietalis; dagegen stösst es mit seiner oralen Spitze fast an das Frontale.

Zwischen dem als Supraoccipitale verknöcherten, dem Primordialschädel zugehörigen Tectum posterius und den beiderseitigen Parietalia liegt mit oral gewendeter Spitze die grosse Occipitalfontanelle (Tafelfig. 1).

Das Frontale (Tafelfigur 1 und 4) ist weniger breit, aber etwas länger als das Parietale. Es reicht mit seiner dorsalen Pars frontalis vom Vorderrand des Parietale (siehe oben), die Commissura orbito-parietalis sowie die Ala orbitalis von lateral-dorsal her deckend, noch über das hintere Drittel der Nasenkapsel herab, wo es durch einen Zwischenraum vom Nasale getrennt bleibt; sein Vorderrand deckt gerade noch von hinten

---

[1]) Die auf der Tafelfigur 1 und 4 zum Ausdruck kommenden Unebenheiten des P. sind wohl auf Schrumpfungsfaltungen (infolge der Konservierung des Präparates) der in grösster Ausdehnung dem weichen Gehirn aufgelagerten, und in sich selbst noch wenig gefestigten Knochenplatte zurückzuführen.

oben her das Foramen epiphaniale. Der Arcus supraorbitalis tritt deutlich hervor und grenzt die Pars orbitalis ab, welche als dreieckiger Fortsatz unterhalb des Arcus die Fissura orbitonasalis von der Seite her, etwas in dieselbe vordrängend, bedeckt und so das Dach der Orbita bilden hilft. Das Frontale reicht vorn weiter gegen die Mittellinie als hinten. Mit dem Frontale der anderen Seite sowie mit den beiden Parietalia zusammen bildet es eine grosse rhombische Fontanella frontalis, deren spitzerer, vorderer Winkel nicht ganz geschlossen ist, während die beiden Parietalia sich streckenweise in der Mittellinie fast berühren.

Das Nasale (Tafelfig. 1 u. 4) ist klein im Vergleich zu der beträchtlichen Grösse der Nasenkapsel, der es lateral-dorsal aufgelagert ist. Es ist eine flache Knochenplatte von unregelmässig dreieckiger Gestalt, erreicht aber weder das Frontale noch das Maxillare oder Incisivum, deren oberer Kante es sich mit einer lateral-aboralen Ecke nähert.

Das Lacrymale (Tafelfig. 4) stellt einen sehr ansehnlichen Knochen von dreieckiger Gestalt mit dorsal ausgezogener Spitze dar. Es liegt der am weitesten lateral ausladenden Partie der Nasenkapsel auf und schiebt sich mit seinem unteren Abschnitt noch ein Stück weit zwischen Nasenkapsel und Maxillare ein. Zusammen mit einem kleinen Teil des Frontale bildet es die vordere Begrenzung der Orbita. Seiner lateralen Fläche liegt der Saccus lacrymalis auf. Der aus ihm hervorgehende Ductus nasolacrymalis durchbohrt den Knochen zunächst in schräger Richtung von lateral-hinten nach medial-vorn, verläuft dann eine Strecke weit in einer Rinne auf dessen medialer Fläche, d. h. zwischen Lacrymale und knorpeliger Nasenkapsel und tritt schliesslich wieder auf die laterale Seite des Knochens. Er liegt hier zunächst zwischen Lacrymale und Maxillare, weiter nach vorn zwischen letzterem Knochen sowie dem Prämaxillare einer- und der (knorpeligen) Nasenkapsel andererseits, an deren

lateraler Fläche oral-ventralwärts verlaufend. Über die laterale Fläche der Lamina transversalis anterior geht er schliesslich zur Fenestra narina und tritt über deren Ventralrand in die Nasenhöhle. Ausführlich ist dieses Verhalten, besonders die auffällige zweimalige Durchbohrung des Knochens durch den Ductus naso-lacrymalis (welche übrigens schon von K. W. Parker (1885) erwähnt wird) von Gaupp (1910) behandelt worden; auch die Homologie des Säugerlacrymale mit dem Präfrontale der Sauropsiden ist dort begründet. Ich möchte hier nur im Anschluss an diesen Hinweis auf die grosse Ähnlichkeit aufmerksam machen, welche das Lacrymale von Perameles in Grösse und Gestalt mit dem Präfrontale (früher „Lacrymale") bei einem von Gaupp seinerzeit modellierten und beschriebenen Eidechsenembryo zeigt; man vergleiche zu diesem Zweck Tafelfig. 4 dieser Arbeit mit Fig. 2 der Gauppschen Abhandlung über das Lacrymale des Menschen und der Säuger (Anat. Anz. Bd. 36. S. 536. 1910).

Das Zygomaticum (Tafelfig. 2 u. 4) wird durch eine schlanke, seitlich komprimierte Spange dargestellt, die sich vom vordern Ende des Processus zygomaticus des Squamosum mit leichter S-förmiger Krümmung bis nahe an das untere Ende des Lacrymale erstreckt. Dabei liegt sein caudalster Teil medial zum Processus zygomaticus des Squamosum, während seine vordere Hälfte sich lateral und parallel zum Oberrand des Processus zygomaticus des Maxillare hinzieht. Es bildet so, zusammen mit dem vorderen Teil des Squamosum eine lateral zum oberen Ende der Mandibel gelegene Spange und beteiligt sich mit seinem vorderen Abschnitt an der unteren Begrenzung der Augenhöhle.

Das Squamosum (Tafelfig. 4) wird gebildet durch eine hintere, von zwei ziemlich grossen Öffnungen in der Mitte durchbohrte Platte und einen in oraler Richtung sich anschliessenden Processus zygomaticus, welcher das Hinterende des

Zygomaticum von lateral-oben her noch überragt. Die ersterwähnte Platte liegt der Prominentia semicircularis lateralis der Ohrkapsel seitlich eng an und verdeckt, von lateral her betrachtet, auch das obere Ende des Incus. Mit ihrem vorderen, beträchtlich in dorso-ventraler Richtung verschmälerten Abschnitt überragt die Platte eine kleine hintere Partie der Fissura spheno-parietalis. Der Processus zygomaticus biegt von dem Hauptteil des Knochens, da, wo dieser dem Hinterrande des Mandibulare sich nähert, mit scharfer Krümmung ventralwärts und zur Seite. Der untere Rand ist wohl etwas abgeflacht, doch findet sich noch keine eigentliche Gelenkfacette für eine Anlagerung des gegenüberstehenden Processus condyloideus des Mandibulare (siehe dieses).

In einem kleinen Gebiet zwischen der Lamina parietalis und dem Tympanicum beteiligt sich (wenigstens in diesem Entwickelungsstadium) das Squamosum auch an der Bildung der Schädelseitenwand; Perameles zeigt hierin einen höheren Zustand als Echidna, wo es ganz ausgeschlossen ist. Wie Gaupp (1909) dargelegt hat, ist eine solche Beteiligung in erster Linie der Umlagerung der Ohrkapsel nach hinten und basalwärts zuzuschreiben, indem hierbei Ohrkapsel und Supracapsularplatte an der Innenseite des Squamosum fortgeschoben und dieses dadurch zur Begrenzung des Schädelraumes mit herangezogen wird. Der Unterschied gegen Echidna stimmt mit der stärkeren Verlagerung der Ohrkapseln, wie sie Perameles zeigt, überein.

Die beiden oben erwähnten Öffnungen im Squamosum sind wohl identisch mit dem sogenannten Foramen jugulare spurium, welches Salzer (1895) z. B. beim Meerschweinchen fand. Sie sind nur durch eine schmale Knochenbrücke getrennt; durch die obere Lücke tritt um die ventral-orale Kante der Commissura orbito-parietalis ein Verbindungsgefäss mit dem Sinus transversus auf die Aussenfläche der Brücke, um durch

die untere Öffnung wieder medianwärts und ventralwärts zwischen Squamosum und hinterem Ende des Meckelschen Knorpels zu verlaufen. Das obere Ende dieser Gefässschlinge steht mit Venen zwischen Ohrkapsel und oberem Schuppenteil, also ausserhalb des knorpeligen Primordialcraniums gelegenen Venen in Zusammenhang; der untere Schenkel nimmt Äste von der Aussenfläche der Squamosumplatte auf. An der gleichen Stelle befindet sich auch die Verbindung des Sinus transversus mit der unter der Crista parotica verlaufenden Vena capitis lateralis. Es handelt sich bei dieser das Squamosum durchsetzenden Vene wohl um das Gefäss, welches nach Salzers (1895) und Grossers (1901) Untersuchungen beim Meerschweinchen und bei den Chiropteren als Vena temporalis superficialis in die Vena jugularis externa mündet und damit diese zu einer der Abflussbahnen des Sinus transversus, häufig auch zur Hauptabflussbahn des Kopfes macht. Ob ein reciprokes Verhältnis zu der früher erwähnten Kleinheit der Vena jugularis interna besteht, lasse ich unentschieden (Textfig. 2).

Das Incisivum (s. Prämaxillare) (Tafelfig. 2 u. 4) bildet gewissermassen die orale Fortsetzung des Maxillare, von dem es nur durch einen schmalen Spaltraum getrennt ist. Der seitlich an der Nasenkapsel aufsteigende Processus extranasalis ist nach Gaupps Untersuchungen (1908) an Echidna als ein mit dem ursprünglichen Prämaxillare verschmolzenes Septomaxillare aufzufassen. Der der Mundhöhle zugekehrte Teil umfasst den Proc. alveolaris sowie die beiden Processus palatini lateralis und medialis, von denen der erstere nur einen sehr kleinen Vorsprung des Alveolarteiles bildet, welcher sich der Gaumenplatte des Maxillare anlegt, während der langgestreckte caudal vorspringende Processus palatinus medialis eine lateral-dorsal offene Rinne bildet, die sich von unten und medial an die Cartilago paraseptalis anlegt; dabei reicht

der Fortsatz noch ein Stück an der Dorsalfläche des Processus palatinus maxillae caudalwärts. Nach den Angaben von K. W. Parker (1885) scheint dieser Fortsatz isoliert zu entstehen und später mit dem Incisivum zu verschmelzen; Parker bezeichnet ihn als antero-laterales Vomerpaar (siehe unter Vomer). Von diesem Processus palatinus maxillae zusammen mit den beiden Processus palatini medialis und lateralis des Incisivum wird das langgestreckte Foramen gleichen Namens umschlossen, durch welches der Ductus naso-palatinus in die Mundhöhle gelangt. Der von der Ventralseite in den Knochen eindringende Alveolarraum ist caudal (gegen den des Maxillare) nicht abgeschlossen, wird aber an der Umbiegungsstelle des lateralen in den vorderen Rand durch ein Septum geteilt. Das Incisivum wird von dem vorderen Ende der (knorpeligen) Nasenkapsel um ein gutes Stück überragt, was mit dem Fehlen eines Processus praenasalis, wie ihn Echidna in schöner Ausbildung zeigt, zusammenhängt.

Bemerkenswert ist, dass auch Broom (1909) einen Processus praenasalis andeutungsweise nur bei Trichosurus fand, bei dem die Nasenkapsel nur wenig über das vordere Ende des Incisivum herausragt, während Dasyurus mit einem kleinen, weit zurückliegenden Incisivum nichts davon erkennen liess.

Das Maxillare (Tafelfig. 2 u. 4) zeigt die bekannten Teile: Corpus, Processus frontalis, alveolaris, zygomaticus und palatinus. Mit dem Vorderrand der Processus frontalis und alveolaris sowie mit dem in die Mundhöhle schauenden Processus palatinus grenzt das Maxillare an das Incisivum, mit seiner vorderen, oberen Spitze erreicht es nicht ganz das Nasale. Der hintere Teil des Processus alveolaris legt sich von lateral her an das Palatinum an. Seine Beziehungen zum Zygomaticum wurden oben erwähnt; auch die Einschiebung des Lacrymale zwischen die knorpelige Nasenkapsel und die Verbindungsstelle der Processus frontalis und zygomaticus wurde schon hervorgehoben.

Das Corpus ist klein und liegt der lateral-ventralen Oberfläche des hinteren Abschnittes der Nasenkapsel seitlich an. Dorsal steigt von ihm der Processus frontalis als etwa viereckige Platte noch weiter an der Nasenkapsel empor. Nach unten springt der Processus alveolaris vor; er bildet die Decke und mit zwei ventralen Leisten die seitlichen Ränder des flachen gemeinsamen Alveolarraumes; die mediale dieser Leisten trägt ausserdem vorn mit zur Bildung des Mundhöhlendaches bei. Dem Processus alveolaris schliesst sich, aus seiner medialen Fläche horizontal in den Gaumen vorspringend, im vorderen Teil der Processus palatinus an. Er stösst in der Mittellinie fast mit dem anderseitigen zusammen, nur durch ein Bindegewebslager von ihm getrennt, wobei die einander zugekehrten Ränder der Fortsätze fast in ganzer Ausdehnung von Knorpel gebildet werden, welche Bildung wohl den bekannten Knorpelkernen im Mandibulare gleichzustellen ist. Der orale Rand des Knochens beteiligt sich an der lateral-caudalen Begrenzung des Foramen incisivum (siehe unter Incisivum). Da der Processus palatinus nicht so weit caudal reicht wie der Processus alveolaris, findet das Dach der Mundhöhle, resp. die Skeletunterlage des Gaumens, hier eine Ergänzung durch den medialen Teil der Pars horizontalis des Palatinum. In dem Winkel zwischen Processus alveolaris und palatinus zeigt das Maxillare einen Ausschnitt seines caudalen Randes, der durch das anschliessende Palatinum zum Foramen palatinum ergänzt wird, durch welches der N. spheno-palatinus zum Gaumen gelangt; zwei weiter vorn gelegene kleine Löcher führen nur in die Spongiosa des Maxillare hinein (Tafelfig. 2). Hinten unten setzt sich an das Corpus und den Processus alveolaris der Processus zygomaticus an. Er springt als seitlich komprimierter, kräftiger, dreieckiger Fortsatz caudalwärts vor, wobei er sich auf eine lange Strecke der medialen Oberfläche des Zygomaticum (siehe dieses) anschliesst — allerdings ohne

es zu berühren. Vor und über der Wurzel des Processus zygomaticus durchbohrt der N. infraorbitalis den Knochen in schräger Richtung von medial-hinten nach lateral-vorn (Tafelfig. 4). Über das Verhalten des Maxillare zum Ductus nasolacrymalis vergleiche das darüber beim Lacrimale gesagte sowie die gleichfalls dort zitierte Arbeit von Gaupp (1910).

Das Palatinum (Tafelfig. 1, 2 u. 4) bildet den hinteren Teil des knöchernen Gaumens, dessen vorderer Abschnitt, wie oben erwähnt, vom Processus palatinus des Maxillare dargestellt wird. Der Gaumen ist hochgewölbt, was besonders deutlich auf Querschnittsbildern zu sehen ist (siehe Textfig. 8 u. 9) und was auch Parker (1885) hervorhebt. Nach diesem Autor unterliegen die den Gaumen bildenden Ossa maxillare und palatinum bedeutenden Reduktionen, was Parker als eine Rückkehr zum „schizognathen" Typus vieler Reptilien auffassen möchte. Ausserdem beteiligt sich das Palatinum zusammen mit dem Säugerpterygoid an der Bildung des Bodens der mittleren Schädelgrube. Mit seiner Pars perpendicularis, die nicht sehr weit abwärts ragt, schliesst es sich dem Processus alveolaris des Maxillare eng an, während die sich medialwärts vorwölbende Pars palatina s. horizontalis in ihrer Richtung dem Processus palatinus des Maxillare folgt. So bildet es einen grossen Teil der unteren, seitlichen und teils auch noch der dorsalen Umwandung des Ductus naso-palatinus, dessen Schleimhaut vom Knochen nur durch ein mässig dickes Bindegewebspolster getrennt ist. In der Mitte liegt zwischen den beiderseitigen Knochen auf eine Strecke hin der Vomer frei, während hinter dessen caudalem Ende die beiden Knochen wieder näher aneinander rücken, ohne sich jedoch zu berühren. Lateralwärts ragt aus der Pars perpendicularis ein flacher Processus lateralis in annähernd horizontaler Richtung vor, welcher sich an die lateral-ventrale Kante der Nasenkapsel und den lateralen Rand des hinteren Teils

der Fenestra basalis anlehnt, und auf diese Weise mit zum teilweisen Verschluss dieser Öffnung beiträgt. Er bildet die medial-dorsale Wand einer den zweiten Trigeminusast sowie das langgestreckte Ganglion spheno-palatinum aufnehmenden Rinne zwischen Palatinum und Maxillare und wird von einem grossen Foramen sphenopalatinum durchsetzt (Tafelfig. 4). Durch dieses, resp. den sehr kurzen Canalis sphenopalatinus tritt der gleichnamige Nerv, nach Entsendung eines Ramus naso-palatinus (Scarpae) zum Septum, auf die dorsal-mediale Fläche des Palatinum, zwischen dieses und die knorpelige Nasenkapsel. Über den vorderen Rand des Palatinum, der durch das oral sich anschliessende Maxillare (Proc. palatinus) zum Foramen palatinum ergänzt wird, gelangt er ventralwärts an die Schleimhaut des Gaumens. Zur Bildung eines eigentlichen Foramen pterygo-palatinum sowie von Foramina palatina ist es nicht gekommen, vielmehr zieht der dicke N. pterygo-palatinus vom Ganglion aus frei über die laterale Fläche sowie die lateral-ventrale Kante des Palatinum, caudal zur Anlagerungsstelle des Processus palatinus des Maxillare, ventralwärts zum Dach der Mundhöhle. Von der lateral-aboralen Ecke des Knochens erhebt sich ein Processus superior, welcher am hinteren Umfang der Nasenkapsel aufsteigend mit seiner oberen Kante bis ins Niveau der mittleren Schädelgrube reicht, deren Boden er im medialen, zwischen Balkenplatte und Wurzel der Ala orbitalis gelegenen Bezirk bilden hilft (Textfig. 1 u. 2). — Nach Parkers (1885) Darstellung bildet sich das Palatinum durch Verschmelzung mehrerer Teile.

Das „Säugerpterygoid" (Parasphenoid) (Tafelfig. 1 und 2), wie der früher als Pterygoid schlechtweg beschriebene Knochen seit Gaupps Untersuchungen (1905, 1908) besser genannt wird, schliesst sich caudal an das Palatinum an, von dem es nur durch einen schmalen Zwischenraum geschieden ist. Seine Gestalt ist sehr kompliziert und schwer zu be-

schreiben. Es beginnt als dünne Knochenplatte, welche sich in der Orbitotemporalgegend an die Unterfläche des Primordialcraniums spez. des lateralen Randes der Balkenplatte anlegt, über die es aber seitlich noch etwas hinausragt, und so zusammen mit dem Palatinum sich an der Bildung des Bodens der mittleren Schädelgrube beteiligt. Nach vorn reicht es bis in den Winkel, den Balkenplatte und Palatinum bilden, während es hinten mit einem caudalen Fortsatz sich so weit erstreckt, dass das Foramen caroticum von ventral her zum Teil von ihm noch gedeckt wird (Textfig. 5). Weiter lateral wird die erwähnte Platte durch den ventralwärts vorspringenden Processus pterygoideus der Ala temporalis gezwungen, sich gleichfalls nach abwärts zu biegen; doch setzt sie diese Umbiegung noch über den Bereich des Processus weiter fort, so dass sich an die absteigende Platte schliesslich noch ein medial gerichteter Teil anschliesst, welcher caudalwärts in einen zapfenförmigen, aus Knorpel bestehenden Fortsatz, den „Hamulus pterygoideus" ausläuft. Dass es sich bei dem Auftreten dieses Knorpels um einen sekundären Vorgang, eine Parallelerscheinung zu der Knorpelentwickelung im Mandibulare z. B. handelt, ist durch die Untersuchungen von Gaupp (1908) und anderen höchst wahrscheinlich gemacht. Den Besitz dieses Knorpels teilt Perameles übrigens mit anderen, placentaren Säugern, während ihn Echidna nicht besitzt.

Mit seiner medial gerichteten Concavität bildet das Säugerpterygoid in caudaler Fortsetzung des Palatinum teilweise die knöcherne Grundlage für die dorsale, laterale und ventrale Wandung des caudalen Abschnittes des Ductus nasopharyngeus. Der caudal sich anschliessende weiche Gaumen ist nur von geringer Länge, was wohl auf Rechnung der bedeutenden Längenausdehnung des Incisivum und Palatinum zu setzen ist.

Durch den Einschluss des N. parabasalis (früher N. vidianus; siehe beim Facialis) zwischen Schädelbasis und Säuger-

pterygoid kommt es zur Bildung eines sog. Canalis parabasalis (früher Canalis vidianus) dessen morphologische Bedeutung erst kürzlich von Gaupp (1908, 1910) genauer erörtert worden ist. Unter Annahme der von Gaupp (1910) vertretenen Homologie des vorliegenden Skeletstückes mit dem Parasphenoid (Crus transversum) der Reptilien, finden wir hier bei Perameles in dem Verlauf des Nerven den primitiven Zustand erhalten, von dem die bei anderen Säugern beobachteten, abweichenden Verlaufsverhältnisse abzuleiten sind; es wäre demnach auch in diesem Punkte bei Perameles gegenüber Echidna der primitivere Zustand erhalten.

Das Verhältnis des Säugerpterygoids zum Canalis caroticus wurde schon früher besprochen (siehe Carotis, Regio orbitotemporalis).

Der Vomer (Tafelfig. 2, Textfig. 8) ist unpaar, verhältnismässig gross und umgibt als langgestrecktes Skeletstück rinnenförmig den unteren Rand des knorpeligen Nasenseptums. Sein orales sowie caudales Ende sind gespalten, bilden also je zwei paarige Platten, von denen die vorderen, seitlich etwas ansteigend, gleichfalls dem Septum anliegen, die hinteren aber, caudal zum Septum, sich auf die Schädelbasis erstrecken. Vorn reicht der Vomer nicht bis an die Cartilago paraseptalis, von welcher er durch die vom Incisivum gelieferte knöcherne Bekleidung derselben (= Processus palatinus medialis) abgedrängt wird. Dieser Umstand ist zu betonen, da nach den Untersuchungen von Gaupp nicht das Septum, sondern die Paraseptalknorpel als die ursprüngliche Anlagerungsstelle des Vomer zu betrachten sind. Die vordere Hälfte des Knochens wird vom Processus palatinus des Maxillare ventral überdeckt, die hintere Hälfte vom Palatinum.

Über seine vielleicht paarige erste Anlage, wie sie Gaupp (1908) von den paarigen Reptilien-Vomeres ableitet, lässt sich an diesen späten Entwickelungsstadien nichts mehr aussagen.

Broom (1909) zeichnet den Knochen bei keinem seiner Präparate. — Parker (1885) unterscheidet mehrere Stücke, (bis 10 bei Cuscus); die wichtigsten sind: ein Paar posteromediale, ein Paar (grosse) postero-laterale und ein Paar anterolaterale, welche die Cartilago paraseptalis decken. Diese letzteren sind, wie aus meinem Modell hervorgeht, als Teile des Incisivum zu betrachten, welche demnach, wie es scheint, isoliert entstehen und später erst mit dem Incisivum verschmelzen.

Das Tympanicum (Tafelfig. 2 u. 4) besteht aus zwei, nicht ganz geraden Spangen, die sich unter einem caudal offenen Winkel von etwa 90° treffen, wobei die verdickte Verbindungsstelle medial zum Deckknochen des Unterkiefers und caudal zum Meckelschen Knorpel gelegen ist. In den Winkel der beiden Spangen ragt von hinten das Manubrium mallei hinein, ohne aber die Spitze ganz zu erreichen. Die obere, schlankere Spange steigt in der Richtung des Meckelschen Knorpels, von dem sie durch das Goniale getrennt bleibt, nach hinten und oben auf und endet lateral vom Hammerkörper. Die untere, etwas breitere Spange verläuft schräg abwärts und befindet sich mit ihrem caudalen Ende nahe der lateralen Wand der Ohrkapsel. Zur Bildung einer Bulla tympanica, wie sie K. W. Parker für Marsupialier angibt, ist es bei Perameles in dem vorliegenden Stadium nicht gekommen.

Nach den Untersuchungen von van Kampen (1905) verwächst bei den Perameliden das Tympanicum auch später nicht mit dem Schädel, sondern bildet die vordere, untere Wand des äusseren Gehörganges, ohne sich zur Begrenzung der Paukenhöhle nach innen zu zu verbreitern.

Die Untersuchungen von Peters (1867) van Kampen (1905), vor allem aber von Gaupp (1909) machen es wahrscheinlich, dass das Tympanicum einem Deckknochen, und zwar dem Angulare des Reptilienunterkiefers entspricht, wenn-

gleich nach Gaupp (1911) auch die ältere Ansicht van Kampens, wonach es dem Supraangulare homolog sei, nicht ohne weiteres abzuweisen ist.

Das Goniale (Tafelfig. 4) umgibt rinnenförmig, als typischer Deckknochen von unten her das obere Ende des Meckelschen Knorpels bis ziemlich weit nach hinten. In seiner caudalen Hälfte wird es von der Chorda tympani durchbohrt, die von hinten in den Zwischenraum zwischen Knorpel und Deckknochen eintritt und dort nach vorn verläuft; näheres über dieses Verhalten siehe unter Chorda tympani. Ausser bei Perameles (42 u. 38 mm) fand sich die Durchbohrung auch bei: Didelphys (30 u. 25 mm) und Dasyurus. Eine Verschmelzung mit dem Malleus zu einem Gonio-Articulare (= definitiven Hammer) ist noch nicht eingetreten.

Nachdem bereits Doran (1878) die Tatsache der Durchbohrung des Goniale durch die Chorda festgestellt hatte, war es Gaupp (1905, 1908, 1911 a, b, c), welcher auf die Übereinstimmung dieses Verhaltens mit den Zuständen bei Sauriern und den vergleichend-anatomischen Wert des Goniale sowie seine Homologie mit dem Processus anterior (s. Folianus) des Malleus hinwies. Ausser bei nicht wenigen andern Säugern wurde die Durchbohrung unter den Marsupialiern festgestellt bei: Didelphys [Gaupp (1905)], Didelphys[1]), Dasypus [Fuchs (1906, S. 74 Anm.)], Perameles, Dasyurus [Gaupp (1911)].

Gaupp (1911) sieht nun in diesem Durchtreten der Chorda durch das Goniale, wie es schon von den apoden Amphibien und zahlreichen Reptilien her bekannt ist, ein von den Vorfahren ererbtes charakteristisches Merkmal, welches gleichbedeutend ist mit dem Eintritt der Chorda in den Canalis primordialis des embryonalen Unterkiefers.

Die Mandibula (Mandibulare) (Tafelifg. 4, Textfig. 1—9)

[1]) Nach einer neueren Angabe von Fuchs (1909, S. 160) kann die Durchbohrung bei Didelphys fehlen.

stellt den mächtigsten Deckknochen des Schädels dar. Sie ist im vorliegenden Stadium vollständig einheitlich. Ich glaube dies, im Gegensatz zu der Auffassung von Bardeleben (1905) und Fuchs (1905, 1906)[1]) hervorheben zu müssen, da sonst noch alle Deckknochen voneinander isoliert sind, eine so frühe vollständige Verwachsung mehrerer derselben an dieser Stelle bei einem sonst recht primitiven Säuger also mindestens auffällig wäre. Auch Gaupp (1911) hält die Beteiligung anderer Deckknochen am Aufbau des Unterkiefers für „ganz zweifelhaft"; höchst wahrscheinlich handelt es sich nur um den vorderen zahntragenden Abschnitt, = das „Dentale" der Reptilien. Ob Rudimente eines Operculare oder Complementare mit dem Dentale verschmolzen sind, bleibt unentschieden.

Das Corpus bildet ein durch den Alveolarraum von oben her rinnenförmig ausgehöhltes Skeletstück, welches mit seiner medialen Platte dem Meckelschen Knorpel lateral eng anliegt, ihn vorn, an der Symphyse, aber noch ein Stück weit überragt, nachdem es schon vorher unter Knorpelbildung in seinem Innern mit ihm zusammengeschmolzen ist. Der Ramus ist unter sehr stumpfem Winkel mit dem Corpus verbunden und bildet eine flachere Rinne mit medial-dorsal gewendeter Aushöhlung, in welche der Meckelsche Knorpel über den medialen Rand des Corpus (ein wenig oral zum Angulus) eintritt. Die Knochenrinne des Corpus ist am vorderen Ende nicht geschlossen; eine kleine Strecke weiter nach hinten zeigt die seitliche Knochenschale eine Öffnung, das Foramen mentale, für die Hauptmasse des dritten Trigeminusastes, der in der bekannten Weise den Knochen neben dem Alveolarraum durchsetzt.

Ausser den Knorpelbildungen, welche mit dem vorderen Ende des Meckelschen Knorpels verschmelzen (und schon

[1]) Neuerdings hält auch Fuchs (1909) das Vorhandensein noch weiterer Deckknochen, mit Ausnahme des Articulare, für nicht erwiesen.

bei diesem erwähnt sind), enthält das Maxillare noch an drei Stellen Knorpeleinlagerungen. Der grösste von diesen Knorpelkernen bildet den Gelenkteil (Processus condyloideus); der zweite ist gebogen und reicht an zwei Stellen an die Oberfläche des Knochens, einmal an der Lateralfläche der Mandibel vor dem Angulus, das andere Mal als frei vorragender Fortsatz hinter der Verbindungsstelle von Ramus und Corpus. Seiner Lage nach ist es dieser Knorpelkern, welcher den für den Marsupialierunterkiefer charakteristischen, hakenförmig nach innen vorspringenden Proc. angularis bildet. Der dritte Knorpel stellt als kleine Knorpelkappe die Spitze des Processus coronoideus vor. Besonders dieser letzte Knorpelkern ist so weit vom Meckelschen Knorpel entfernt, dass an eine Entstehung in Zusammenhang mit diesem nicht gut gedacht werden kann. Ich schliesse mich also — entgegen der Meinung von Drüner (1904), Fuchs (1906) und von Bardeleben (1905) — der Auffassung von Schaffer (1888), Gaupp (1901, 1905), Ebner (1911) und anderen an, welche in diesen Knorpeln sekundäre Bildungen sehen, „an adaption to the groth of the jaw", wie Low (1905) es ausdrückt.

Von einem Gelenk zwischen Unterkiefer und Squamosum (Tafelfig. 4) ist in diesem Stadium nur der allererste Beginn zu bemerken in Gestalt einer geringen Lockerung des Gewebes zwischen den Überzügen des Squamosum und des Condylusknorpels. Die Fasern des M. pterygoideus strahlen in die den Knorpel des Gelenkteils umgebende Bindegewebslage aus (Textfig. 4). Dies ist hervorzuheben, weil nach Lubosch (1906/07) beim erwachsenen Perameles kein Zusammenhang des M. pterygoideus mit dem Condylus besteht. Wie vor ihm schon Parsons (1899) (für Dasyurus und Dasypus) stellte Lubosch in seinen ausführlichen Untersuchungen über das Kiefergelenk fest, dass das Fehlen des Discus bei Dasyurus und Perameles als sekundäre Erscheinung aufzufassen sei

ebenso wie seine unvollständige Isolierung bei Didelphys, während es sich bei Monotremen um einen primitiven Mangel handeln sollte. Jedenfalls ist die durch das Fehlen des Discus bedingte Einheitlichkeit des Gelenkraumes, welche sich hier bei Perameles wie bei den Monotremen findet, bemerkenswert.

Für eine Entscheidung der Frage nach der Natur des Kiefergelenks (primär oder sekundär) sind die vorliegenden Präparate sämtlich zu alt, doch habe ich keinen Grund an den von der Mehrzahl der Morphologen vertretenen, auf einem weiteren Ausbau der Reichertschen Theorie fussenden Anschauungen zu zweifeln. In dem bei Marsupialiern wie bei Monotremen deutlich ausgesprochenen unvollkommenen Zustande des Squamoso-Dentalgelenkes scheint mir vielmehr, in Berücksichtigung der systematischen Stellung dieser beiden Gruppen ein willkommener Hinweis auf die Art des Zustandekommens der neuen Verbindung sich erhalten zu haben (vergleiche darüber die zahlreichen Arbeiten von Gaupp).

Von Zähnen sind jederseits in jeder Unterkieferhälfte 10, in jeder Oberkieferhälfte 11 angelegt. Interessant ist das Verhalten der oberen Incisivi: während nämlich der medial-orale Alveolarraum des Incisivum (siehe Tafelfig. 2) nur eine Zahnanlage aufweist, finden sich in dem lateral-aboral anschliessenden Gebiet zwischen den beiden Begrenzungsleisten der Alveolarrinne im Incisivum nicht weniger als drei Zahnanlagen, von denen nur die am weitesten hinten gelegene einen etwas rudimentären Eindruck macht.

IV. Hauptergebnisse.

Das Primordialcranium ist am Boden und an den Seiten von ziemlicher Vollständigkeit, der Deckenanteil dagegen ist sehr schlecht entwickelt.

Die Breite der Schädelhöhle sowie die Stellung und Dünne des Tectum posterius weisen auf eine gute Gehirnentwickelung hin.

Mancherlei Eigentümlichkeiten im Schädelbau sind Perameles mit Echidna gemeinsam; dagegen zeigen sich andererseits auch einige Besonderheiten der Marsupialier.

Gegenüber K. W. Parker, welcher die grosse Übereinstimmung im Bau der Marsupialier betont, sind doch einige sehr variable Punkte innerhalb dieser Klasse anzuführen.

Parachordalia, wie Broom sie fand, sind in diesem Stadium nicht zu erkennen.

Die Basalplatte ist den Regiones occipitalis, otica und orbito-temporalis gemeinsam.

Der Hypoglossus verlässt durch ein Foramen den Schädel.

Die Kopfgelenke zeigen den monocölen Typus.

Die Ohrkapseln sind gross; ihre Umlagerung und Drehung (als Folge der Gehirnvergrösserung) ist sehr deutlich. Bemerkenswert ist ihre grosse Selbständigkeit gegenüber der Basis cranii.

Die orale Lage der Pars cochlearis sowie die relativ starke Entfaltung des vestibulo-cochlearen Anteils erinnern an höhere Säuger.

Durch die Commissura suprafacialis kommt es zur Bildung eines primären Facialiskanales.

Die Paukenhöhle ist eine flache, lateral ventral schauende Grube, welche nur wenig gegen die Umgebung abgegrenzt ist. Das Tegmen tympani ist von geringer Entwickelung.

Am Foramen perilymphaticum beginnt soeben erst eine Aufteilung in eine Fenestra cochleae und einen Aquaeductus cochleae.

Die Chorda tympani schlingt sich — im Gegensatz zu ihrem Verhalten bei der Mehrzahl der übrigen Säuger — von der lateralen Fläche her medialwärts um den dorsalen Abschnitt der hyalen Skeletspange herum; an der Sehne des M. tensor tympani geht sie ventral vorüber; ihr Verlauf im Canalis primordialis des Unterkiefers ist typisch.

Auffallend klein ist die Vena jugularis; sie geht oral zu den Nerven durch das Foramen jugulare. Ihre Homologie mit der gleichnamigen Vene der übrigen Säuger scheint demnach nicht ganz sicher.

Sehr gross ist dagegen die Vena capitis lateralis.

Ausgesprochene Trabeculae baseos cranii fehlen; als ihr Homologon ist die Lamina trabecularis aufzufassen.

Die Balkenplatte geht unter Verschmälerung ins Septum interorbitale und weiterhin ins Septum nasi über; sie wird vom Foramen hypophyseos durchbohrt.

Zwischen den beiden Wurzeln der Ala temporalis: dem Processus alaris und der Commissura ali-cochlearis, tritt das Foramen caroticum hindurch.

Der ventralwärts vorragende, kräftige Processus pterygoideus alae temporalis dient dem Säugerpterygoid als Anlagerungsstätte.

Die Lamina ascendens ist gross und vom Foramen rotundum (V_2) durchbohrt; sie besteht aus Knochensubstanz, scheint aber nach Befunden an einem jüngeren Stadium doch in ziemlichem Umfange knorpelig präformiert zu sein. Eine Abgliederung gegen die basalen Partien ist nicht nachweisbar.

Eine Membrana spheno-obturatoria (vor und hinter der Ala) ist besonders in den oberen Partien deutlich zu erkennen;

ventral wird sie durch den Durchtritt von Nerven undeutlicher. Wie weit sie sich später an der Bildung einer sekundären Schädelseitenwand und damit auch an der Einverleibung des Cavum epipterycum ins Cavum cranii beteiligt, bleibt unentschieden.

Im ganzen ist die primäre Schädelseitenwand in der Regio orbito-temporalis unvollständig; sie wird nur durch die Commissurae orbito-temporalis und spheno-ethmoidalis sowie durch die Taenia prooptica (= orale Wurzel der Ala orbitalis) gebildet.

Die caudale Wurzel (= Taenia metoptica) fehlt. Dadurch fehlt auch ein caudaler Abschluss des Foramen opticum und dieses fliesst mit der Fissura orbitalis superior zusammen. Durch die grosse so entstandene Fenestra sphenoparietalis verlaufen gemeinsam II, III, IV, V_1 und VI in die Orbita.

Die Nasenkapsel ist gross, im Innern aber wenig reich gegliedert.

Die Verwachsung der Cupula nasi posterior mit dem Septum nasi einer- und mit dem Septum interorbitale andererseits ist als sekundäre Abänderung anzusehen (Gaupp).

Die Lamina cribrosa ist gut entwickelt; vielleicht hängt damit das Fehlen eines intracranialen Abschnittes des Septum nasi (= Crista galli) zusammen.

Das Septum ist vollständig; durch seine Verwachsung mit der Lamina transversalis kommt es zur Bildung einer Zona anularis.

Das Jacobsonsche Organ reicht bedeutend weiter caudal als die zu seiner Aufnahme bestimmte Cartilago paraseptalis; es stützt sich hinten auf den Processus palatinus des Incisivums.

Maxillo- und Atrioturbinale sind klein; ein Nasoturbinale fehlt. Es finden sich 5 Ethmoturbinalia in der Pars posterior der Nasenkapsel. Der Recessus lateralis zeigt in seiner frontalen Aussackung zwei Conchae obtectae.

An der Ergänzung des unvollständigen knorpeligen Solum nasi beteiligen sich Prämaxillare, Maxillare und Palatinum.

Das Primordialskelet des Mandibularbogens ist sehr vollständig. Der Hammer hängt homokontinuierlich mit dem Meckelschen Knorpel zusammen; der Ambos ist bereits abgegliedert.

Vom Hyalbogenskelet ist ausser dem Stapes columelliformis noch das Proximalende in Gestalt des Hyale sowie das untere Stück als Cornu hyale des Zungenbeins erhalten. Auch ein kleines Interhyale sitzt dem Stapes auf.

Von dem genetischen Zusammenhang der einzelnen Stücke ist nichts zu erkennen.

Ein Interparietale fehlt. Parietale, Frontale und Nasale bieten nichts Besonderes.

Das grosse Lacrymale zeigt eine auffallende Ähnlichkeit mit dem Präfrontale („Lacrymale") von Lacerta. Der Ductus naso-lacrymalis durchbohrt es zweimal und tritt nach langem Verlauf über den Ventralrand der Fenestra narina in die Nasenhöhle.

Zygomaticum und Tympanicum sind schlanke Knochenspangen ohne Besonderheiten.

Das Squamosum beteiligt sich an der Bildung der Schädelseitenwand — wohl wegen stärkerer Umlagerung der Ohrkapseln basalwärts (Gaupp). Es zeigt ein Foramen jugulare spurium, durch welches Venen der Schädel- und Paukenhöhle mit extracranialen Bahnen kommunizieren.

Dem Incisivum fehlt wegen starker Entfaltung der vorderen Partie der knorpeligen Nasenkapsel ein Processus praenasalis.

Vom Maxillare ist hervorzuheben, dass der mediale Rand des Processus palatinus fast in ganzer Länge aus (sekundärem) Knorpel besteht und dass es bisher nicht zur Bildung eines abgeschlossenen Canalis infraorbitalis auch im Hintergrund der Orbita gekommen ist.

Zusammen mit dem Palatinum bildet das Maxillare einen hochgewölbten knöchernen Gaumen, welcher weit caudalwärts reicht.

Das Säugerpterygoid (Parasphenoid), dessen Hamulus gleichfalls durch (sekundären) Knorpel gebildet wird, beteiligt sich gemeinsam mit dem Palatinum an der Bildung des Bodens der mittleren Schädelgrube.

In dem Verlauf des N. parabasalis (s. Vidianus) und der A. carotis in dem zwischen knorpeliger Schädelbasis und Parasphenoid sich hinziehenden Canalis parabasalis (Gaupp) zeigt Perameles einen primitiven Zustand.

Der Verlauf der A. carotis durch die knorpelige Schädelbasis entspricht dem der höheren Säuger.

Von einer eventuell paarigen Anlage des gut entwickelten Vomer ist nichts zu bemerken.

Das Goniale liegt als Deckknochen am ventralen Umfang des Meckelschen Knorpels und wird in typischer Weise von der Chorda tympani durchbohrt.

Das Mandibulare zeigt keine Andeutung einer Beteiligung anderer Deckknochen als des Dentale an seinem Aufbau; es enthält mehrfache sekundäre Knorpeleinlagerungen. Inwieweit es beim Aufbau des definitiven Unterkiefers vom Meckelschen Knorpel unterstützt wird, ist nicht festzustellen.

Die Bildung des Squamoso-Dentalgelenkes ist im ersten Beginn.

Es ergeben sich keine Gesichtspunkte, welche gegen die Richtigkeit der Reichertschen Theorie sprechen.

Zum Schluss möchte ich noch einige der wichtigsten Merkmale des Peramelesschädels zusammenstellen und in zwei Gruppen ordnen: 1. solche, die einen Anschluss nach unten, an Echidna resp. noch weiter an Reptilien, gestatten, 2. solche, die sich auch bei anderen Säugern finden, also nach oben deuten.

Zur ersten Gruppe sind zu rechnen: Verhalten der Kopfgelenke, Fehlen der Taenia metoptica, Unfreiheit der hinteren Nasenkuppel, Vorhandensein einer Membrana spheno-obturatoria, Bildung eines primären Facialiskanales, Verhalten des N. parabasalis und der A. carotis zum Säugerpterygoid, Gestalt des Lacrymale.

Zur zweiten Gruppe gehören: Gute Entfaltung des Gehirns, Auftreten eines sekundären Kiefergelenkes, Fehlen des Pterygoids („Reptilienpterygoids"), Aufnahme des Cavum epipterycum ins Cavum cranii, Unvollkommenheit der primären Schädelseitenwand, Umlagerung der Ohrkapseln, Grösse der Pars vestibulo-cochlearis, Beteiligung des Squamosum an der Bildung der sekundären Schädelseitenwand, Verlauf der Carotis durch die Schädelbasis und im Cavum epipterycum.

Zu den grossen Differenzen, welche die Marsupialier unter sich zeigen, gehören: Zahl der Foramina hypoglossi, Verhalten der Ala orbitalis zur Nasenkapsel, Form des Stapes, Lage der Chorda zum Hyale, Auftreten des Interparietale, Verhalten der hinteren Nasenkapselkuppel und der Cartilago paraseptalis sowie des Processus praenasalis.

München, im März 1914.

Literatur-Verzeichnis.

Die einschlägige Literatur bis 1907 ist von Gaupp in seiner grossen Arbeit über den Echidna-Schädel ausführlich aufgezählt worden; ich führe daher an dieser Stelle nur die seit jenem Zeitpunkte erschienenen resp. die dort nicht genannten Arbeiten an. — Die den jeweils im Text genannten Autorennamen beigefügten Jahreszahlen ermöglichen ein Auffinden der Quellen wohl auch ohne ausführliches Literatur-Verzeichnis.

1. Bardeleben, C. v., Der Unterkiefer der Säugetiere, besonders des Menschen. Anat. Anz Bd. 26. 1905.
2. Bondy, G., Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Gehörorgans der Säuger. Anatom. Hefte. Bd. 35. 1907.
3. Broom, R., Observations on the Development of the Marsupial Skull. Proc. of the Linnean Soc. of New South Wales. Vol. 34. 1909.
4. Ebner, v., Gewebeentwickelung und Phylogenese. Verhandl. Anat. Ges. Leipzig. 1911.
5. Fuchs, H., Über einen Rest des Parasphenoids bei einem rezenten Säugetier. Anat. Anz. Bd. 32. 1908.
6. — Betrachtungen über die Schläfengegend am Schädel der Quadrupeda. Anat. Anz. Bd. 35. 1909.
7. — Über Knorpelbildung im Deckknochen, nebst Untersuchungen und Betrachtungen über Gehörknöchelchen, Kiefer und Kiefergelenk der Wirbeltiere. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. Suppl. 1909.
8. — Über das Pterygoid, Palatinum und Parasphenoid der Quadrupeden, insbesondere der Reptilien und Säugetiere, nebst einigen Betrachtungen über die Beziehungen zwischen Nerven und Skeletteilen. Anat. Anzeiger. Bd. 36. 1910.
9. — Über die Homologie der Paukenhöhlen und das Verhältnis zwischen Nervenverlauf und Skelett. Anat. Anz. Bd. 37. 1910.
10. — Über das Septomaxillare eines rezenten Säugetieres (Dasypus), nebst einigen vergleichend-anatomischen Bemerkungen über das Septomaxillare und Prämaxillare der Amnioten überhaupt. Anat. Anz. Bd. 35. 1911.

11. Gaupp, E., Zur Entwickelungsgeschichte und vergleichenden Morphologie des Schädels von Echidna aculeata, var. typica. Semon. Zoolog. Forschungsreisen. Bd. 3. 1908.
12. — Das Lacrymale des Menschen und der Säuger und seine morphologische Bedeutung. Anat. Anz. Bd. 36. 1910.
13. — Säugerpterygoid und Echidnapterygoid. Anat. Hefte. Bd. 42. 1910.
14. — Über den Trochlearis der Urodelen und die Austrittsstellen der Gehirnnerven aus dem Schädelraum im allgemeinen. Anat. Anz. Bd. 38. 1911.
15. — Beiträge zur Kenntnis des Unterkiefers der Wirbeltiere. Anat. Anz. Bd. 39. 1911.
16. — a) Der Processus anterior (Folii) des Hammers der Säuger und das Goniale der Nichtsäuger.
17. — b) Die Zusammensetzung des Unterkiefers der Quadrupeden.
18. — c) Das Problem der Entstehung eines sekundären Kiefergelenks bei den Säugern.
19. Mead, Ch. S., The chondrocranium of an Embryo Pig, Sus scrofa. Americ. Journ. of Anat. Vol. 9. 1909.
20. Olmstead, M., Das Primordialcranium eines Hundeembryo. Anat. Hefte. Bd. 43. 1911.
21. Palmer, R. W., Note on the lower Jaw and Ear ossicles of a Foetal Perameles. Anat. Anz. Bd. 43. 1913.
22. Voit, M., Über einige neuere Ergebnisse am Primordialcranium der Säugetiere. Verhandl. Anat. Ges. Giessen 1909.
23. — Das Primordialcranium des Kaninchens unter Berücksichtigung der Deckknochen. Anat. Hefte. Bd. 38. 1909.

Erklärung der Tafelfiguren.

Fig. 1. Plattenmodell des Primordialcraniums eines Beuteljungen von Perameles spec.? von 42 mm Länge. Bei 33 1/3 facher linearer Vergrösserung modelliert. Abbildung auf ca. die Hälfte verkleinert. Ansicht von oben. Primordiale Verknöcherungen punktiert.

Fig. 2. Dasselbe Modell bei gleicher Vergrösserung von unten. Der Unterkiefer-Apparat ist fast ganz entfernt: nur das oberste Ende des Meckel schen Knorpels beiderseits, auf der rechten Seite auch das oberste, teils knorpelige, teils knöcherne Stück des Mandibulare sind erhalten.

Fig. 3. Dasselbe Modell bei gleicher Vergrösserung von links. Es zeigt ausser dem Cranium auch die beiden ersten Halswirbel, sowie das Kehlkopfskelet. Die sekundären Knorpelkerne im Unterkiefer und Säugerpterygoid sind dargestellt, dagegen ist die Spange des Meckelschen Knorpels rechterseits weggelassen.

Fig. 4. Dasselbe Modell bei gleicher Vergrösserung von rechts mit Deckknochen und unter Weglassung des Kehlkopfes. * Venendurchtrittsstelle im Squamosum.

I. anatomische Lehrkanzel in Wien.

BEITRÄGE

ZUR

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE DES VERTEBRATENGEHIRNS.

VON

JULIUS TANDLER,
WIEN.

II.

DIE ENTWICKELUNGSGESCHICHTE DES TARSIUSGEHIRNS.

VON

JULIUS TANDLER UND JULIUS FLEISSIG.

Mit 8 Figuren im Texte und 12 Figuren auf Tafel 5/10.

Einleitung.

Die vorliegende Abhandlung stellt den zweiten Beitrag zur Entwickelungsgeschichte des Vertebratengehirns dar und beschäftigt sich mit der Entwickelung des Gehirns von Tarsius spectrum. Der erste Beitrag erschien vor mehreren Jahren und enthielt die Entwickelungsgeschichte des Gehirns von Platydactylus mauretanicus. Geradeso, wie in der Arbeit über das Geckogehirn, soll auch hier wieder eine Feststellung der formalen Genese gegeben werden, wobei allerdings das Hauptgewicht auf die Entwickelung des Prosencephalon und seiner Derivate gelegt wird. Mit der Erkenntnis vom Aufbau des Tarsiusgehirns ist selbstverständlich das Studium der Entwickelungsgeschichte des Säugergehirns nicht erledigt. Eine nähere Einsicht in die schwierige Materie wird erst dann ermöglicht sein, wenn, wie dies hier bei Tarsius geschehen ist, die Gehirne von Vertretern verschiedener Species in ähnlicher Weise durchgearbeitet sein werden.

Der Vergleich des hier bearbeiteten Säugergehirns mit dem Geckogehirn zeigt, dass im Bereich des Prosencephalon Komplikationen vorliegen, die an Reptiliengehirnen noch nicht vorhanden sind; eine der wichtigsten ist die Ausbildung des Plexus chorioideus; eine weitere die Ausbildung des Balkens. Es sei gleich hier hervorgehoben, dass es uns ferne liegt, auf die komplizierten und vielfach noch verworrenen Fragen

der Balkenentwickelung des Näheren einzugehen. Dementsprechend werden wir auch die über diesen Gegenstand vorliegende Literatur unberücksichtigt lassen.

Wir legen der Frage, ob die beim Gecko gewonnenen prinzipiellen Anschauungen über die Entwickelung des Prosencephalon auch für einen Säuger Geltung haben, besondere Bedeutung bei und sehen uns daher bemüssigt, gerade von diesem Gesichtspunkt aus die Beschreibung des Tarsiusgehirns in seinen einzelnen Entwickelungsstadien zu geben.

Das Material, an welchem wir unsere Untersuchungen durchführen konnten, hat uns Prof. Hubrecht in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt. Es sei uns gestattet, ihm hier öffentlich unseren verbindlichsten Dank für die Überlassung seines Materiales auszudrücken. Die Kostbarkeit und Seltenheit desselben macht es begreiflich, dass wir nicht alle Befunde in der Art und Weise stützen konnten, wie dies an weniger kostbarem, also leichter erreichbarem Material möglich gewesen wäre. So wäre es beispielsweise wünschenswert gewesen, von Embryonen des gleichen Stadiums Schnittserien in verschiedener Richtung anlegen zu können, was uns am Tarsiusmaterial selbstverständlich unmöglich war.

Wir haben uns bemüht, arteficielle Bildungen, welche bei der Feststellung der Gehirnentwickelung besonders in Betracht kommen, zu erkennen und sie bei den Schlussfolgerungen als solche zu vernachlässigen. Bei den jugendlichen Stadien kommen ja diese Artefakte weniger in Betracht als bei den älteren, vor allem dort, wo der wichtige Befund von Furchen an der Hirnoberfläche in Frage kommt.

Im Interesse des Vergleichs haben wir jene Nomenklatur verwendet, welche seinerzeit bei der Beschreibung des Geckogehirns benützt wurde.

Unsere Befunde über den formalen Aufbau des Gehirns wurden insgesamt an Modellen erhoben, welche wir nach dem

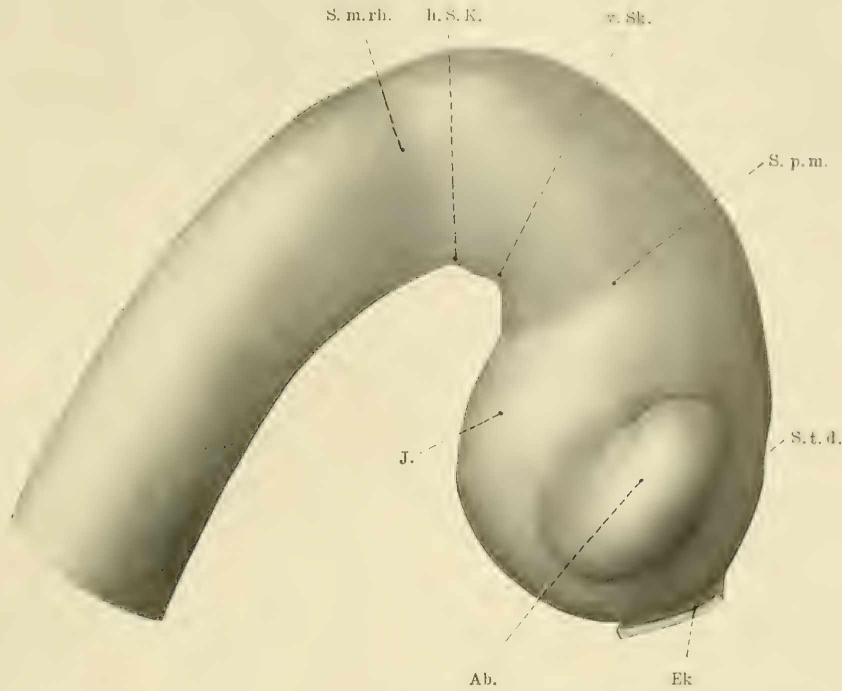


Fig. 1.

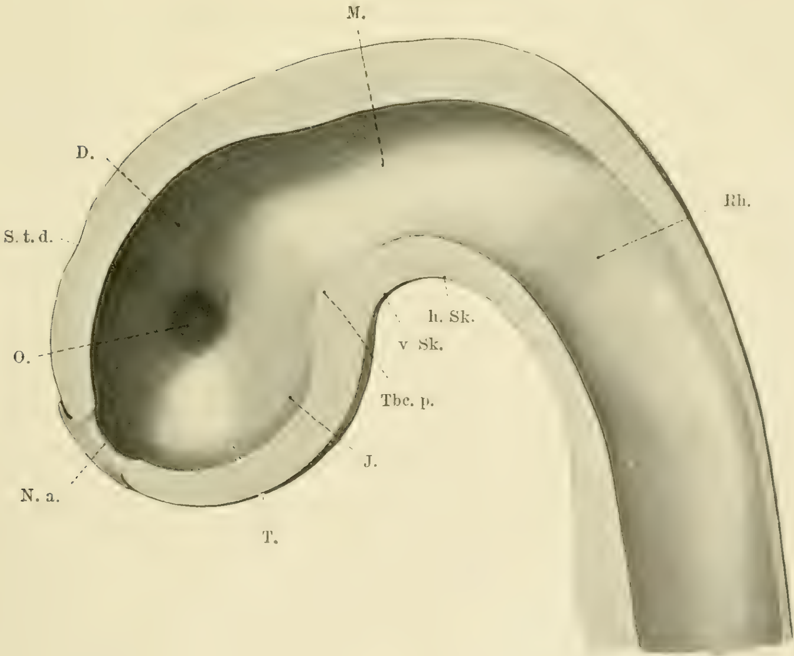


Fig. 2.

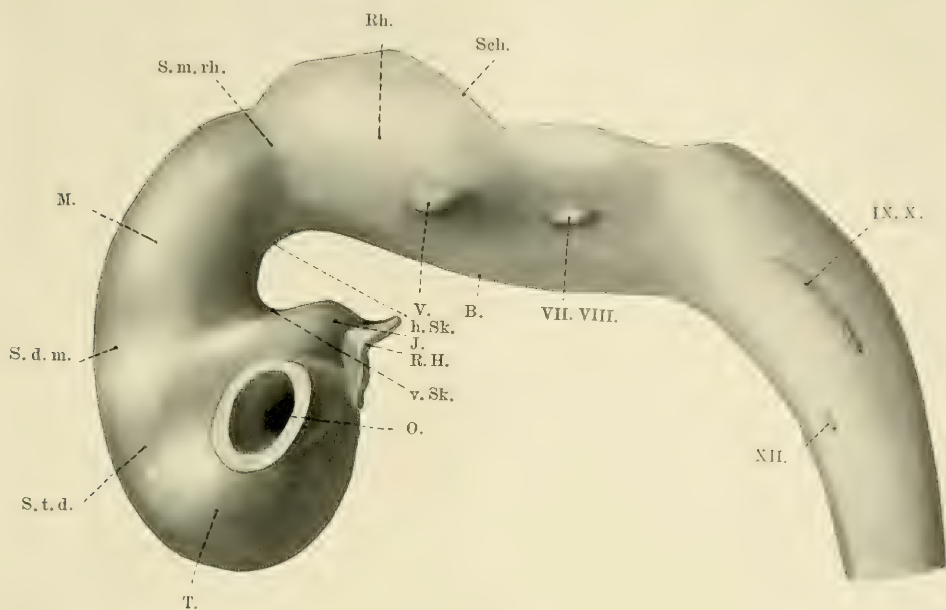

Rh.
Sch.
S. m. rh.
M.
IX. X.
V.
B.
VII. VIII.
h. Sk.
J.
R. H.
S. d. m.
v. Sk.
O.
XII.
S. t. d.
T.

Fig. 3.

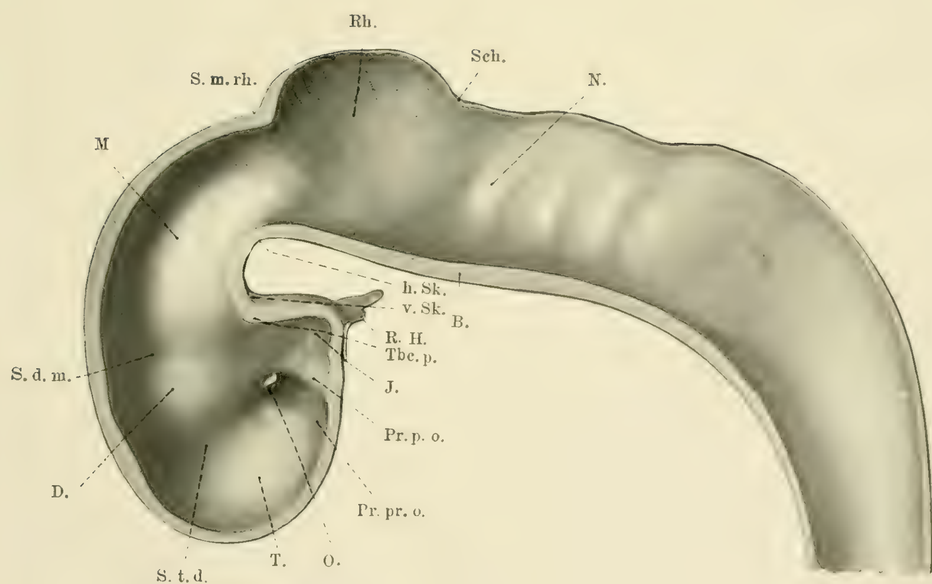

Rh.
Sch.
S. m. rh.
N.
M
h. Sk.
v. Sk.
B.
R. H.
Tbc. p.
S. d. m.
J.
Pr. p. o.
D.
Pr. pr. o.
T.
O.
S. t. d.

Fig. 4.

Bornschen Platten-Modellierverfahren herstellten. Die nun folgende Beschreibung der einzelnen Stadien soll derart durchgeführt werden, dass zunächst das Modell im Profil abgebildet und beschrieben wird. Daran schliesst sich die Beschreibung des Medianschnittes des betreffenden Modells, auf welche jene der Schnittserie folgt, die zur Anfertigung des Modells gedient hat.

Von einer makroskopischen Beschreibung des Gehirns eines erwachsenen Tarsius, welches wir ebenfalls studiert haben, können wir absehen, da wir keinen besonderen neuen Befund der Schilderung Ziehens hinzufügen können.

Da Hubrecht sein Material nach Entwickelungsstadien geordnet hat, welche er in einer Normentafel festgelegt hat, haben wir auch unsere Stadien mit den Nummern der Normentafel versehen. Es enthebt uns dies der Verpflichtung, eine genaue Stadienbeschreibung zu geben.

Stadium I.

Dieser Embryo steht zwischen Embryo 7 und 8 der Normentafel. Der vordere Neuroporus ist gerade im Begriff sich zu schliessen. Die Ohrgrübchen sind weit offen, aber schon ziemlich tief. Die Rachenhaut ist noch unversehrt, nur an einer Stelle stärker verdünnt. Die erste und zweite Kiementasche erreicht das Ectoderm; die dritte ist erst auf eine kurze Strecke entwickelt. Da das caudale Ende des Embryo in der Schnittserie beschädigt erscheint, ist die Frage, ob das Medullarrohr hinten noch offen ist, nicht zu entscheiden.

Profilansicht (Taf.-Fig. 1).

Das Hirnrohr ist in diesem Stadium zweischenkelig und besitzt einen kürzeren vorderen und einen längeren hinteren Schenkel, die gegeneinander abgebogen sind. Der Übergang

der beiden Schenkel ineinander vollzieht sich an der Konvexität allmählich, während die beiden Schenkel an der Konkavität durch ein kurzes Verbindungsstück untereinander zusammenhängen, welches in Form einer stärkeren Abknickung in den vorderen, resp. hinteren Schenkel übergeht. Diese beiden Abknickungen stellen die vordere und hintere Scheitelkrümmung dar. Der von der vorderen Scheitelkrümmung lateral- und dorsalwärts ziehende Sulcus prosenmesencephalicus verflacht sehr bald, so dass eine Abgrenzung des längeren röhrenförmigen Mesencephalon gegen das davor gelegene und bereits, wie gezeigt werden wird, in mehrere Abschnitte differenzierte Prosencephalon nur basal und lateralwärts möglich ist. Eine kleine Furche, nur dorsooccipital verlaufend und deutlicher ausgeprägt, trennt das Mesencephalon als Sulcus mesorhombencephalicus von dem noch röhrenförmigen Rautenhirn. Dem entspricht bereits an der Konvexität des Hirnrohres eine kleine Einziehung. Durch die beiden beschriebenen Furchen werden die drei primären Anteile des Gehirns ganz deutlich voneinander geschieden.

Das am meisten caudal gelegene Rhombencephalon ist verhältnismässig lang und wenig aufgetrieben. Das daran anschliessende Mesencephalon ist ebenfalls noch röhrenförmig, während das rostral gelegene Prosencephalon schon eine deutliche Differenzierung zeigt.

Caudal und rostral von der vorderen Scheitelkrümmung buchtet sich die Basis des Prosencephalon deutlich vor und bildet so das Infundibularhirn. Vor dem Sulcus prosenmesencephalicus sieht man die laterale Wand des Hirnbläschens vorgetrieben und durch eine deutliche, tiefe Furche gegen die Opticusausstülpung begrenzt. Diese Vorbuchtung, welche weder gegen das Mesencephalon noch gegen den rostral und dorsal von der Opticusausstülpung gelegenen Abschnitt gut abgrenzbar ist, müssen wir als die erste Anlage

des Diencephalon bezeichnen. Die Opticusausstülpung ist wohl allseits gegen die Nachbarschaft abgegrenzt, doch ist die Abgrenzung nach den verschiedenen Seiten ungleich deutlich. Gegen das Infundibularhirn grenzt sich die plumpe Opticusausstülpung in Form einer deutlichen, aber sehr seichten Furche ab. Folgt man ihr dorsalwärts, so gelangt man in die tiefe Furche, welche die Opticusblase von der diencephalen Prominenz scheidet. Rein dorsalwärts ist diese Furche stark vertieft, um parallel mit dem konvexen Rand des Gehirns verlaufend, wieder seichter zu werden. Dieser seichte Abschnitt trennt den telencephalen Anteil des Prosencephalon von der Opticusausstülpung.

Das Telencephalon selbst ragt über das Niveau der Opticusausstülpung rostralwärts vor. Doch während die rostrale Wand des Telencephalon in schwachem Bogen in die dorsale übergeht, ist die Stelle des Neuroporus anterior durch die dichte Anlagerung des Ectoderms und seinen Übergang in das Hirnrohr markiert. Hinter der als Neuroporus anterior gekennzeichneten Stelle überschneidet eine ganz seichte transversal verlaufende Furche den konvexen Rand des Gehirns und verliert sich allmählich gegen die Grenzfurche des Opticus: erste Andeutung des Sulcus telodiencephalicus.

Durch die eben beschriebenen Furchen und Vorragungen wird es möglich, in dem vor dem Sulcus prosenmesencephalicus gelegenen Anteil des Gehirns folgende Abschnitte zu unterscheiden: eine gegen die Konkavität gerichtete Aussackung, das Infundibularhirn; eine von der verschieden tief gezogenen Grenzfurche umschriebene Opticusausstülpung; weiters eine flache zwischen Sulcus diamesencephalicus (i. e. dorsaler Anteil des Sulcus prosenmesencephalicus) und telodiencephalicus gelegene Prominenz, das Diencephalon, und schliesslich vor dem dorsalen Schenkel der letztgenannten Furche das Telencephalon.

Der Vergleich mit demselben Stadium des Platydactylusgehirns ergibt prinzipiell wohl dieselbe Anordnung der einzelnen Hirnabschnitte, doch wäre zu betonen, dass die Abgrenzung derselben gegeneinander am Reptilienhirn sich deutlicher präsentiert. Allerdings war das seinerzeit beschriebene Platydactylusgehirn relativ älter.

Medianschnitt (Taf.-Fig. 2).

Am Medianschnitt sieht man zunächst, dass die Decke des Rhombencephalon sich bereits durch ihre geringe Dicke gegenüber allen anderen Anteilen des Gehirns unterscheidet. Entsprechend der konvexen Seite der beiden Hirnschenkel ist die Dicke der Hirnwand eine ziemlich gleichmässige; nur ist sie allem Anschein nach gerade im Bereich des Mesencephalon etwas bedeutender als davor. Folgt man der Konvexität, so sieht man, dass den die Konvexität erreichenden Furchen, Sulcus mesorhombencephalicus und telodiencephalicus, eine deutliche Einziehung des Aussenkontur der Wand entspricht. An der Stelle des Neuroporus anterior sieht man den Übergang des Hirnrohres in das Ectoderm; gleichzeitig existiert an dieser Stelle sowohl an der Aussenseite als auch an der Innenseite eine grubenförmige Vertiefung. Die innen gelegene Vertiefung entspricht dem Recessus neuroporicus. Im Bereich des Infundibularhirnes nimmt die Wanddicke wieder zu. An der Stelle der Einziehung des Sulcus prosenmesencephalicus ist die Wand am Medianschnitt ein wenig verdickt; es dürfte diese Verdickung dem Tuberculum posticum Kupffers entsprechen.

Die den Furchen an der Innenseite entsprechenden Prominenzen sind sehr flach und grenzen das Mesencephalon weder caudal noch rostral scharf ab. Nur die Randfurche der Opticusausstülpung prägt ihrer starken Ausbildung entsprechend an der Innenfläche des Gehirns eine ringförmige deutliche Pro-

minenz, welche den weiten Zugang zur Augenblase scharf umschreibt. Das Infundibularhirn trägt eine deutliche Vertiefung als erste Andeutung des Recessus infundibularis.

Die Betrachtung der Schnittserie ergibt, dass in diesem Stadium von einer Differenzierung der Hirnwand noch nicht gesprochen werden kann.

Stadium II.

Diesem Stadium liegt der Embryo Nr. 14 der Normentafel zugrunde. Primäre Augenblasen mit dicht anliegender Linsenplatte. — Ganz kurzer Ductus endolymphaticus. — Primitive Rachenhaut verschwunden. — Vier Kiementaschen, von denen drei das Ectoderm erreichen. — Die Wolffschen Gänge münden ganz ventral in die Cloake.

Profilansicht (Taf.-Fig. 3).

Das Hirnrohr ist wieder zweischenkelig, doch hat der hintere Schenkel besonders in craniocaudaler Richtung zugenommen, so dass ihm gegenüber der vordere Schenkel sehr kurz erscheint. Der Übergang der beiden Schenkel ineinander ist ähnlich wie in dem früheren Stadium; nur ist das an der Basis zwischen den beiden Knickungswinkeln gelegene Stück in die Länge gewachsen.

Das Rhombencephalon grenzt sich rostralwärts durch eine tiefe, speziell an der Konvexität scharf einschneidende Furche, Sulcus mesorhombencephalicus, scharf ab. Seine Decke ist schon sehr dünn und geht in einer lateralwärts geschwungenen Linie in die dicken Seitenflächen über. An diesen Seitenflächen sieht man eine deutliche Neuromerie. Der vorderste Anteil des Rhombencephalon ist stark vorgetrieben, die Basis desselben schon ein wenig ventralwärts ausgebaucht, als erste Andeutung der Brückenbeuge. Vom prominentesten seitlichen Punkt des Rautenhirns entspringt der

Nervus trigeminus; weiter rückwärts der Acusticofacialis, der Glossopharyngeus, Vagus und basalcaudal davon der Hypoglossus.

Über die Konvexität der Hirnbeuge spannt sich das Mesencephalon als ein längliches, fast schlauchförmiges Gebilde, welches caudal durch den Sulcus mesorhombencephalicus, rostral nur durch den an der Seiten- und Unterfläche ausgeprägten Sulcus mesodiencephalicus abgegrenzt erscheint. Die schmale Basis des Mittelhirns hat sich in craniocaudaler Richtung verlängert, wie dies dem schon vorhin beschriebenen Auseinanderrücken der beiden Knickungspunkte entspricht.

Das davor gelegene Prosencephalon ist nicht nur rostralwärts ausgewachsen, sondern hat auch in seiner Höhendimension, d. i. von der Basis gegen die Konvexität betrachtet, bedeutend zugenommen. Diese Zunahme erscheint noch gesteigert durch die starke Ausstülpung des Infundibularhirns. Dieses stellt eine sackförmige Ausweitung dar, welche am vorderen Knickungswinkel brüsk abschneidet und gegen das Opticushirn durch eine seichte Furche abgegrenzt erscheint.

Viel weniger deutlich ist die Grenze zwischen Infundibularhirn und dem darüber gelegenen Diencephalon. Das Diencephalon selbst ist vom Telencephalon durch eine seichte breite Furche, Sulcus telendiencephalicus, geschieden. Dieser Sulcus telendiencephalicus geht basalwärts in den vorderen Anteil der Grenzfurche des Opticushirns über. Letztere Grenzfurche selbst hat vorne, oben und hinten an Tiefe wohl gewonnen, ist aber basalwärts nicht mehr tiefer, sondern eher noch seichter geworden als im früheren Stadium. Der vor dem Sulcus telendiencephalicus gelegene Anteil ist deutlich ausgestülpt und bildet eine kugelige, rostral- und lateralwärts vorgestülpte Blase.

Man kann also am Prosencephalon wieder die vier Anteile unterscheiden. Nur sind dieselben in diesem Stadium gegeneinander schärfer abgegrenzt, andererseits haben sie sich

in ganz spezifischer Weise ausgebildet: das Infundibularhirn ist weit ausgestülpt und treibt das Rachendach wulstförmig vor; am Modell ist das Rachendach als eine dünne Membran mit sichtbar gemacht. Die Opticusausstülpung hat sich gegen die Nachbarschaft deutlicher abgeschnürt, so dass ein, wenn auch sehr kurzer, so doch deutlicher Stiel der Opticusblase sichtbar ist. Die Abschnürung des Opticusstieles erfolgt von vorne, oben und hinten, während der basale Anteil nicht weiter eingeschnürt wird.

Medianschnitt (Taf.-Fig. 4).

Was zunächst die Wanddicke der einzelnen Hirnabschnitte am Medianschnitt betrifft, so ist darüber folgendes zu berichten: der Boden des Rhombencephalon ist ziemlich gleichmässig dick; von einer besonderen Dickenzunahme an einzelnen Stellen ist vorherhand nichts zu bemerken. Die Decke des Rhombencephalon ist entsprechend der sich ausbildenden Lamina tectoria auf eine Membran reduziert, welche caudalwärts und cranialwärts in die dorsale Wand des Rückenmarks resp. in jene der Isthmusregion übergeht. Die Decke des Mesencephalon ist ebenfalls gleichmässig dick, während die Basis entsprechend der vorderen und hinteren Knickungsstelle an der Schnittfläche verbreitert erscheint.

Ähnlich wie die Decke des Mesencephalon verhält sich auch jene des Diencephalon, nur wäre hervorzuheben, dass knapp hinter jener Stelle, an welcher der Sulcus telendiencephalicus die Medianlinie schneidet, ein circumskriptes Dünnerwerden der Wand konstatierbar ist. Die der Scheitelkrümmung zugekehrte Wand des Infundibularhirns ist am Medianschnitt verhältnismässig breit und geht, gleichmässig an Dicke abnehmend, in die basale und rostrale Wand des Telencephalon über. Eine Stelle, an welcher entsprechend dem Neuroporus anterior eine recessusartige Vertiefung nachweisbar wäre, ist

nicht auffindbar. Nur dort, wo der Sulcus opticus die Medianlinie schneidet, ist der Dickendurchmesser der Wand reduziert. Die an der Aussenfläche beschriebenen Vertiefungen markieren sich als mehr minder deutliche Prominenzen. So sieht man im Bereich des Rhombencephalon entsprechend den interneuromeralen Furchen an der Aussenfläche Erhebungen an der Innenfläche. Der Sulcus mesorhombencephalicus markiert sich durch eine deutliche Prominentia mesorhombencephalica. — Weniger deutlich springt der Sulcus diamesencephalicus an der Innenfläche als Prominenz vor. Der Sulcus telendiencephalicus erzeugt ebenfalls eine geringgradige, aber deutlich wahrnehmbare Prominenz, die um so stärker auffällt, als vor ihr die Ausstülpung des Telencephalon einsinkt. Der Zugang zum Opticushirn ist bei der Besichtigung von innen stark eingeengt; seine basale Umrandung läuft in eine furchenartige Vertiefung aus, welche, wie schon beschrieben, als Sulcus interopticus die Medianlinie traversiert und am Medianschnitt die Wanddicke verringert.

Schnittserie.

Das Studium der Schnittserie zeigt die Differenzen in der Wanddicke, die bei der Betrachtung des Modells mehr minder verloren gehen. Die dünne Decke des Rhombencephalon wurde bereits beschrieben, die Wände des Mesencephalon sind ziemlich gleichmässig stark, im Bereiche des Diencephalon hat es den Anschein, als ob die laterale Wand desselben dicker wäre als die Basis und die Decke, wenn auch diese selbst noch ziemlich dick sind. Die Aussenfläche des Opticushirns, dort wo dieselbe dem Ectoderm angelagert ist, ist dicker als die dem Hirn zugekehrte Wand der Ausstülpung. Das Telencephalon zeigt lateralwärts keine Wandverdünnung, sondern ist im allgemeinen in seiner Wand sehr dick.

Ganz auffällig sind die Beziehungen des Infundibularhirns

zum Ectoderm. Letzteres liegt in einem grossen Umfang als einreihige Epithelschicht dem Infundibularhirn an, so dass von einer distinkten Hypophysentasche nicht gesprochen werden kann. Dabei ist das Ectoderm durch das angelagerte Infundibularhirn lumenwärts mächtig vorgetrieben.

Irgendwelche Differenzierung der Hirnwand ist noch nicht zu konstatieren.

Stadium III.

Es handelt sich um den Embryo 19 der Normentafel. — Sekundäre Augenblasen. — Ziemlich langer Ductus endolymphaticus. — Weit offene Riechgruben. — Beginnende Leberlappung. — Frühe Anlage der Keimdrüse. — Im Herz deutliches Septum primum; beginnende Teilung des Truncus arteriosus.

Profilansicht (Taf.-Fig. 5).

Im allgemeinen charakterisiert sich dieses Stadium durch einen Fortschritt in der Ausbildung der Knickungen des Hirnrohres. So ist die früher kaum angedeutete Nackenbeuge in diesem Stadium bereits rechtwinkelig. Der leicht konvexe ventrale Kontur des Rhombencephalon hat sich zu einer deutlichen Brückenkrümmung ausgebildet; ebenso hat die Scheitelkrümmung zugenommen. Der vordere und der hintere Knickungswinkel der Scheitelkrümmung sind scheinbar näher aneinander gerückt, womit eine scheinbare Verkürzung der Basis des Mesencephalon eingetreten ist.

Die verschiedenen Furchen als Grenzfurchen der einzelnen Hirnteile haben an Deutlichkeit gewonnen. Das Rhombencephalon ist in die Breite gewachsen und ist gegen die Medulla spinalis gut abgesetzt. Die epitheliale Decke des Rhombencephalon hat entsprechend der Verbreiterung des ganzen Rhombencephalon an Ausdehnung gewonnen. Es ist durch einen

tiefen Sulcus mesorhombencephalicus gegen das Mittelhirn begrenzt. Die vordere Umrandung des Rhombencephalon ist dicker geworden und stellt die erste Anlage der Kleinhirnplatte dar. Die neuromerale Unterteilung des Rhombencephalon ist wenigstens an der Aussenfläche vollständig geschwunden. Man sieht den Ursprung des Trigeminus, Acusticofacialis, der Vagusgruppe und des Hypoglossus.

Die Decke des Mesencephalon ist deutlich vorgestülpt, stellt aber noch nicht den prominentesten Punkt am Hirnrohr dar. Die Decke hat sich in der Achse des Hirnrohres verlängert, während die Basis kaum gewachsen ist. Während der Sulcus mesodiencephalicus basalwärts deutlich einschneidet, verflacht er gegen die Konvexität immer mehr, so dass hier Mesencephalon und Diencephalon nur mangelhaft gegeneinander abgegrenzt erscheinen.

Das Diencephalon ist in der Achsenausdehnung des Gehirns in die Länge gewachsen, hat aber an Höhe im Vergleich mit dem früheren Stadium kaum gewonnen. Der Sulcus telendiencephalicus schneidet gerade an der Konvexitätsseite des Gehirns tief ein und trennt so das blasenförmig vorgetriebene Telencephalon deutlich ab. Gegen das Opticushirn zu wird dieser Sulcus ein wenig seichter, um unmittelbar oberhalb der Ausstülpung des Opticushirns wieder an Tiefe zu gewinnen. Die Furche zieht dann vor dem Opticushirn medialwärts und trifft die gleichnamige Furche der anderen Seite, so dass nun das Telencephalon auch rostral gegen das darunter gelegene Opticushirn deutlich abgegrenzt ist. Diese quer über die ventrale Wand des Hirnrohres hinweglaufende Furche entspricht der Pars basalis des Sulcus telendiencephalicus.

In der Medianebene ist die Decke des Telencephalon ein wenig eingesunken, so dass die lateralen Anteile etwas über das Niveau der mittleren Partie erhaben erscheinen. Ein Sulcus tegmenti ist aber nicht deutlich nachweisbar.

Die telencephalen seitlichen Ausstülpungen haben in ihrer Längsausdehnung ebenso wie im queren Durchmesser bedeutend zugenommen. Rostralwärts verjüngen sich die beiden symmetrischen Blasen um ein Geringes. Das Opticushirn ist durch eine die Ausstülpung basalwärts umgreifende Furche deutlich gegen das Infundibularhirn abgesetzt. Diese Furche erreicht beiderseits die Medianebene; zwischen ihr und der vorhin beschriebenen Pars basalis des Sulcus telendiencephalicus prominiert das die beiden Opticusausstülpungen verbindende Mittelstück.

An die Spitze des Infundibularhirns hat sich die Hypophysenausstülpung angelegt.

Medianschnitt (Taf.-Fig. 6).

In der Medianebene hat die Wanddicke im Bereich des Rhombencephalon kaum zugenommen. An der Basis des Mesencephalon sieht man in der Schnittebene die Wand an der Stelle der vorderen Knickung der Scheitelbeuge ein wenig verdickt (Tuberculum posticum Kupffers). Von hier nimmt die Wanddicke nur um weniges ab, entsprechend der Ausstülpung des Infundibularhirns, ohne dass man von einem besonderen Dünnwerden der Wand im allgemeinen sprechen könnte. Rostral von der Anlagerungsstelle der Rachenhypophyse sieht man an der Schnittfläche ein ziemlich plötzlich eintretendes Dünnerwerden; es entspricht dies der Stelle, an welcher der basale Teil des Sulcus telendiencephalicus die Medianebene kreuzt. Unmittelbar davor nimmt die Wanddicke ziemlich unvermittelt zu, um dann gegen den Deckenanteil des Telencephalon ebenso rasch wieder abzunehmen. Die Decke des Telencephalon selbst, des Diencephalon und des Mesencephalon verläuft mit ziemlich gleichmässiger Dicke nach hinten bis zur Stelle des Sulcus mesorhombencephalicus. Unmittelbar dahinter ist die Decke ein wenig verdickt, entsprechend dem Torus cerebellaris, um

dann ganz plötzlich in die epitheliale Decke des Rhombencephalon überzugehen.

Die Besichtigung der Innenfläche selbst zeigt, dass im Rhombencephalon eine Andeutung der Neuromerie gerade noch nachweisbar ist. Die Prominentia mesorhombencephalica springt deutlich vor, während die mesodiencephale nur schwach sichtbar ist. Die dazwischen befindliche laterale Ausbuchtung entspricht der früher an der Aussenseite beschriebenen lateralen Vorbuchtung des Mesencephalon.

Sehr deutlich ist die Prominentia telodiencephalica in ihrem dorsalen Anteil, aber auch in dem dorsal von der Opticusausstülpung gelegenen ventralen Schenkel nachweisbar. Gegen das Telencephalon hin breitet sich diese Prominenz aus, so dass sie nicht mehr nur dem einfachen gleichnamigen Teil des Sulcus entspricht, sondern viel breiter geworden, auf eine Verdickung der Hirnwand an dieser Stelle hinweist. Verfolgt man diese Prominenz gegen die Medianebene, so sieht man, dass ihr die vorhin beschriebene Verbreiterung korrespondiert, welche als erste Andeutung des Torus transversus zu bezeichnen ist. Occipital davon ist jene Stelle, welche den basalen Anteil des Sulcus telendiencephalicus darstellt.

Die Opticusausstülpung ist in ihrem Lumen sehr weit eingeengt; ein die beiden Opticusausstülpungen verbindender Recessus opticus ist nur angedeutet. Oberhalb der Prominenz des Torus transversus sieht man die laterale Ausstülpung des Telencephalon.

Schnittserie.

Das Studium der Schnittserie zeigt folgendes: Die Decke des Rhombencephalon ist epithelial. An der Basis des Rhombencephalon ist die Differenzierung des Gehirns vorgeschritten. Man sieht bereits einen deutlichen Randschleier; auch im Mesencephalon ist ein solcher vorhanden, nur ist er viel schmäler.

An der Stelle, an welcher sich das Infundibularhirn der hypophysären Rachenausstülpung anlagert, sieht man keinerlei Veränderung oder Differenzierung im Aufbau der Hirnwand.

Die dem Torus transversus entsprechende Verdickung der Hirnwand wird am Schnitt deutlich. Man sieht auch, dass die lateralen Anteile dieser Verdickung bereits stärker sind, als der in der Medianebene gelegene.

Stadium IV.

Es ist dies der Embryo 24 der Keibelschen Normentafel. — Im Auge reichliches Retinalpigment. — Ductus nasolacrimalis. — Bogengangstaschen. Paukenhöhle. — Primärer Gaumen. — Erste Andeutung der Müllerschen Gänge. Indifferente Keimdrüse. — Vorhof- und Ventrikelseptum noch nicht fertig.

Profilansicht (Taf.-Fig. 7).

Brücken- und Nackenbeuge haben sich gegen das vorhergehende Stadium nicht wesentlich geändert. Die Brückenbeuge ist nur wenig stärker geworden; hingegen hat sich die Scheitelkrümmung ganz auffällig verstärkt, und zwar derart, dass die beiden Knickungsstellen der Scheitelkrümmung nahe aneinander gerückt sind, ausserdem aber der Boden des Infundibularhirns sich der Aussenfläche des Rhombencephalon fast bis zur Aneinanderlagerung genähert hat. Der Scheitel der Krümmung selbst wird durch den hinteren Knickungswinkel markiert, so dass das zwischen dem vorderen und hinteren Knickungswinkel der Scheitelkrümmung gelegene kurze Stück des Hirnrohres zum vorderen Schenkel des zweischenkeligen Hirns gehört.

Das Rhombencephalon hat in seinem vorderen Anteil in der Höhendimension stark zugenommen und grenzt sich durch einen tiefen Sulcus mesorhombencephalicus gegen das

Mittelhirn ab. Die vordere Abgrenzung des Mesencephalon gegen das Diencephalon ist durch eine sehr seichte Furche kaum angedeutet.

Die schon im früheren Stadium beobachtete Zunahme des Diencephalon in der Längs- und in der Höhenausdehnung hat in diesem Stadium noch weitere Fortschritte gemacht. Während das Mesencephalon seitwärts ausgebuchtet ist, bleibt der basale Anteil des Diencephalon verhältnismässig flach, der dorsale Abschnitt erscheint halbkugelig ausgebaucht. Diese Ausbauchung dürfte eine Andeutung des Parencephalon darstellen, welches allerdings gegen das basal gelegene Diencephalon nur durch eine muldenförmige Vertiefung abgegrenzt erscheint.

Das Infundibularhirn hat entsprechend der Gesamtzunahme des vorderen Hirnabschnittes in axialer Richtung in eben dieser Richtung zugenommen und geht allmählich in die hypophysäre Ausstülpung über, ohne dass dieselbe durch irgend eine Einziehung gegen die Nachbarschaft abgegrenzt wäre.

Der dorsale Teil des Sulcus telendiencephalicus hat sich vertieft und gleichzeitig damit ist zu beiden Seiten das hintere Ende des Telencephalon so weit vorgestülpt worden, dass es überhängend die Tiefe des Sulcus deckt. Man kann daher bei der Besichtigung von aussen über die eigentliche Tiefenausdehnung der Furchen nichts aussagen. Anders verhält sich der basale Abschnitt, der wohl tiefer als in den früheren Stadien, aber noch immer ziemlich flach dorsal von der Opticusausstülpung vorüberzieht und die Medianebene erreicht. Während also der basale Anteil des Sulcus telendiencephalicus die Medianebene transversal übersetzt, biegt der dorsale Abschnitt, wie dies bei der Aufsicht auf das Telencephalon sichtbar wird, rostralwärts um und verschwindet in der Tiefe zwischen den beiden telencephalen Hemisphären, einen schmalen Abschnitt der Hirndecke zwischen sich fassend (Sulcus tegmenti).

Jenseits des basalen Anteils des Sulcus telendiencephalicus sieht man die Opticusausstülpung, welche trichterförmig in die Wand des Gehirns übergeht und rostralwärts ein wenig prominent ist. Vor dieser Prominenz liegt eine kleine Einziehung, welche dieselbe gegen die Hypophysenausstülpung begrenzt.

Man sieht den Abgang des Trochlearis und Oculomotorius; auf der Höhe der seitlichen Prominenz des Rhombencephalon den fünften Hirnnerven, dahinter den Acusticofacialis, welchem

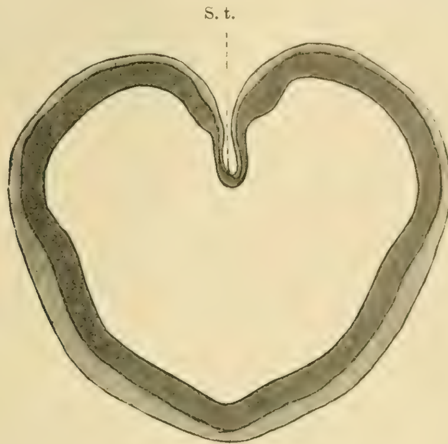


Fig. 1.
Querschnitt durch das Hirnrohr von Embryo IV. S. t. Sulcus tegmenti.

sich dann die Glossopharyngeus- und Vagus, Accessorius-Gruppe anschliesst. An der Basis des Rhombencephalon, unmittelbar hinter der basalwärts am meisten prominierenden Stelle, der zukünftigen Brücke entsprechend, liegt der Abducens, ganz hinten schliesslich der Hypoglossus.

Medianschnitt (Taf.-Fig. 8).

Am Medianschnitt durch dieses Stadium dokumentiert sich eine Reihe von Fortschritten in der Entwickelung, die äusserlich noch kaum sichtbar sind. Dahin gehört vor allem die vielfach

auftretende Differenz in der Wanddicke und weiters die Abgrenzung der einzelnen Teile des Prosencephalon.

Was zunächst die Wanddicke anlangt, so ist zu bemerken, dass die Basis des Rhombencephalon ganz bedeutend an Dicke gewonnen hat. Ebenso hat die Knickungsstelle des Hirnrohres im Bereich der Scheitelkrümmung an Wanddicke zugenommen, so dass von einem mächtig entwickelten Tuberculum posticum gesprochen werden kann. Auch die Schnittfläche durch den Torus zeigt eine deutliche Verbreiterung. Hingegen ist die zwischen den beiden telencephalen Hemisphären befindliche Decke des Telencephalon impar äusserst dünn. Auch die Decke des Diencephalon ist dünn; erst in der Region des Mesencephalon bemerkt man wieder eine Dickenzunahme der Wand. Der Torus cerebellaris springt gegen das Lumen des Rhombencephalon ein wenig vor. Unmittelbar vor ihm befindet sich die plumpe Prominentia mesorhombencephalica.

Das Mesencephalon selbst stellt eine röhrenförmige Blase dar, die nach hinten ein wenig ausgebuchtet und überhängend ist. Die Prominentia mesodiencephalica ist verhältnismässig besser entwickelt als dies nach dem Relief der Aussenfläche den Anschein hat. Die parencephale Ausstülpung ist um so deutlicher sichtbar, als die darunter liegende Partie des Diencephalon an Wanddicke gewonnen hat und gegen das Lumen des Hirnrohres prominent ist.

Der trichterförmige Zugang zur Opticusausstülpung verjüngt sich äusserst rasch; die beiden Opticusausstülpungen sind durch einen Recessus opticus untereinander verbunden. Die Hypophysenausstülpung ist weit und geht dementsprechend in das Hirnlumen über, nur dorsalwärts ist sie durch eine Prominenz gegen den Recessus opticus geschieden. Dieser selbst ist dorsal und rostral von einem mächtigen Wulst überlagert, welcher den seitlichen Anteil des Torus transversus darstellt. Man kann sich leicht überzeugen, dass dieser Torus

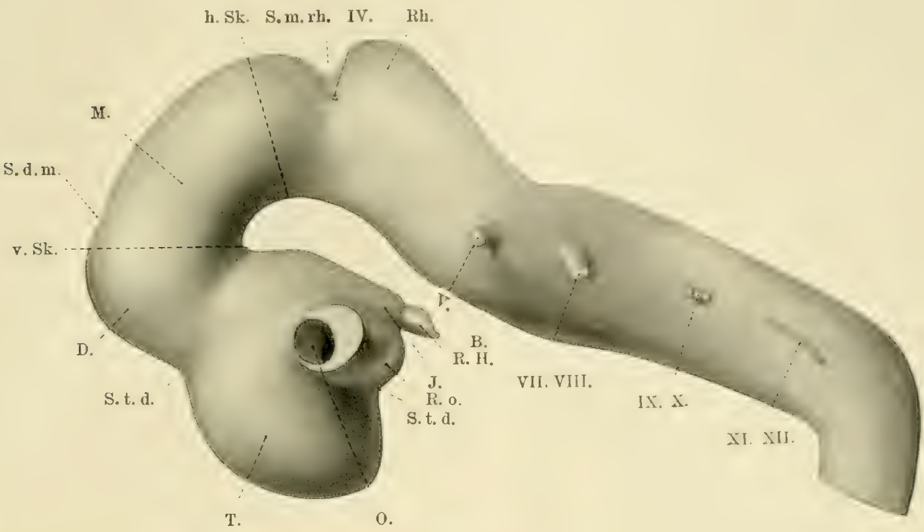

h. Sk.
S. m. rh.
IV.
Rh.
M.
S. d. m.
v. Sk.
V.
D.
B.
R. H.
J.
VII. VIII.
S. t. d.
R. o.
S. t. d.
IX. X.
XI. XII.
T.
O.

Fig. 5.

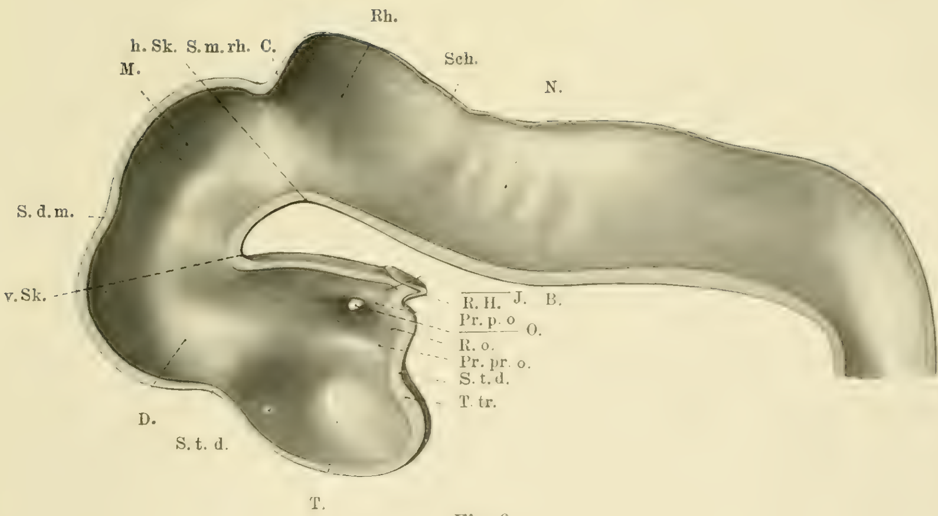

Rh.
h. Sk.
S. m. rh.
C.
Sch.
M.
N.
S. d. m.
v. Sk.
R. H.
J.
B.
Pr. p. o
O.
R. o.
Pr. pr. o.
S. t. d.
T. tr.
D.
S. t. d.
T.

Fig. 6.

Am Boden des Telencephalon impar liegt der mächtig prominierende Torus transversus, welcher lateralwärts bis in die Hemisphären vorgedrungen ist.

Schnittserie.

Die Decke des Rhombencephalon ist epithelial. Eine Andeutung des Plexus chorioideus ist nicht nachweisbar. In der dicken Basis sind bereits drei Schichten voneinander abgrenzbar: ein äusserer breiter Randschleier, daran schliesst sich eine relativ zellreiche Schichte (Zona nuclearis), der innen eine vollkommen dunkel gefärbte, sehr zellreiche anliegt, die das Hirnlumen begrenzt (Zona ependymalis).

Ähnliche Verhältnisse der Wandschichtung finden sich auch im Mesencephalon, nur mit dem Unterschied, dass daselbst der Randschleier noch viel höher ist.

Die Seitenwand des Diencephalon zeigt auch an der Schnittserie eine bedeutende Dickenzunahme. Ganz auffällig ist, dass die hypophysäre Ausstülpung noch immer eine relativ dicke Wand besitzt; das Lumen derselben geht ganz allmählich in das des Ventriculus III über. Die Hypophysentasche mündet mittels eines kurzen Hypophysenganges in den Pharynx. Sie ist dort, wo sie die cerebrale Hypophysenausstülpung erreicht, abgeplattet und umgreift letztere von beiden Seiten.

Der Opticusstiel zeigt noch ein feines Lumen.

Bezüglich des Telencephalon ist zu bemerken, dass die Massenzunahme der seitlichen Abschnitte des Torus transversus an der Schnittserie deutlich sichtbar ist. Zwischen den beiden Hemisphären sieht man beim Verfolgen der Serie die dünne Decke des vorderen Anteils des Diencephalon ziemlich stark erhoben, etwas, was am Modell nicht so zum Ausdruck kommt. An der medialen Hemisphärenwand sieht man an der Innenfläche eine deutliche Furche entstehen, welche den dünnwandigen centralen Anteil gegen den dickwandigen

peripheren abgrenzt. Der dickwandige Abschnitt repräsentiert die erste Anlage des Ammonshornes. Der Furche selbst entspricht an der Aussenfläche des Hemisphärenhirns keine wie immer geartete Veränderung des Reliefs. Um uns über die Verhältnisse genauer zu orientieren, haben wir bei 200 facher Vergrösserung ein Detailmodell dieser Gegend angefertigt und uns davon überzeugen können, dass der Sulcus telodiencephalicus sich nach vorne jederseits in einen deutlichen Sulcus tegmenti fortsetzt; die beiden letzteren fliessen allerdings nach kurzem Verlauf vorne zusammen und bilden eine einheitliche mediane Furche, welche die beiden Hemisphären voneinander scheidet.

Der zwischen den beiden Furchen gelegene Anteil der Hemisphärenwand ist äusserst dünn, bildet die Decke des Telencephalon impar und geht allmählich, nach unten umbiegend, wie bereits bei der Beschreibung des Sagittalschnittes auseinandergesetzt, in den Torus über. Das Detailmodell zeigt auch, wie tief der dorsale Anteil des Sulcus telodiencephalicus einschneidet; ausserdem aber zeigt das Modell auch die erste Anlage der Plica chorioidea, konform jener gestaltet, wie sie von Hochstetter jüngst beim Menschen beschrieben wurde. Man sieht nämlich am medialen Abhang der Hemisphäre, bevor sie in der Tiefe des Sulcus telodiencephalicus in das Diencephalon umbiegt, eine kleine, gegen das Hirnlumen gerichtete Ausbuchtung. Nur der Vergleich mit den späteren Stadien und den von Hochstetter gegebenen Figuren ermöglicht es, diese kleine Ausbuchtung als erste Anlage der Plica chorioidea bzw. der ihr entsprechenden Fissura chorioidea zu erkennen. Eine Dickenabnahme der Wand ist an dieser Stelle noch nicht nachweisbar.

Im Bereich des Torus transversus finden sich Aufhellungen als Ausdruck der Faserbildung; doch lässt sich

nirgends ein Faserzug nachweisen, welcher die Medianebene kreuzen würde, so dass von dem Vorhandensein eines Commissurensystems noch nicht die Rede sein kann.

Stadium V.

Dieser Embryo ist dem Stadium 31 der Keibelschen Normentafel zugrunde gelegt. — Im Auge Tränendrüsen angelegt; Cornea. — Ohr: Grosser Saccus endolymphaticus; zwei Schneckenwindungen. — Untere und mittlere Nasenmuschel. Im Nierenblastem Tubuli contorti und Glomeruli in Bildung; Ureteren münden in die Blase. — Haaranlagen an der dorsalen Körperseite.

Die Besichtigung des Gehirns im Profil ergibt, abgesehen von der mächtigen Entwickelung der Hemisphären, eine ganz eigentümliche Umlagerung der einzelnen Hirnanteile, welche sich besonders durch die Umlagerung im Bereiche des Mesencephalon charakterisiert.

An der Nackenkrümmung hat sich kaum etwas geändert. Hingegen hat die Brückenbeuge bedeutend zugenommen und gleichzeitig damit ist es zu einer beträchtlichen Überlagerung der Fossa rhomboidea durch die Kleinhirnanlage gekommen. Die Zunahme der Brückenbeuge ist derart vor sich gegangen, dass der vordere Schenkel der Brückenbeuge sich gleichsam aufgerichtet hat, so dass die Profillinie des Rhombencephalon an der Stelle der Brückenkrümmung rechtwinkelig abgebogen erscheint, während sie noch im früheren Stadium einen stumpfen Winkel bildete.

Der zwischen Infundibularhirn und vorderem Anteil des Rhombencephalon gelegene Spalt war von hinten nach vorne oben gerichtet, so dass der Scheitel der Kopfkrümmung nach vorne und ein wenig nach oben sah. Besichtigt man bei

gleicher Einstellung (s. Kapitel Lagebeziehungen, 3. Absatz, S. 128) die Gehirne der beiden letzten Stadien, so sieht man, dass der Spalt zwischen Infundibularhirn und vorderem Anteil des Rhombencephalon, Plica encephali ventralis, nun fast gerade nach aufwärts sieht. Die Scheitelkrümmung hat dementsprechend ihren Scheitel rein dorsalwärts gerichtet. Dabei macht das Ganze den Eindruck, als ob gleichzeitig mit dem Wachstum der Hemisphären nach hinten der zwischen dem Foramen Monroi und dem Isthmus mesencephalicus posterior gelegene Hirnabschnitt nach hinten über das Rhombencephalon verschoben worden wäre. Als Richtlinie für die Einstellung ist allerdings der an die Nackenkrümmung anschliessende Abschnitt des Rhombencephalon zu wählen; bei dieser Einstellung ist die Nackenbeuge gleichmässig orientiert, die Medulla spinalis steht annähernd vertikal.

Aber nicht nur die hinter den Hemisphären gelegenen Anteile sind gleichmässig nach hinten verschoben, sondern auch die Hemisphären selbst haben eine weitgehende Umänderung ihrer Einstellung im Raume durchgemacht. Die Hemisphären haben sich nämlich um eine transversal verlaufende Achse gedreht, so dass ihr früher nach hinten und unten gerichteter Pol nun nach vorne und unten sieht. Diese Veränderung ist aber nicht nur auf das Telencephalon beschränkt, sondern lässt sich, wenn auch in geringerem Grade ausgebildet, auch im Bereich des Diencephalon nachweisen. Es ist selbstverständlich, dass es sich dabei nicht um eine veritable Drehung handelt, sondern um den Ausdruck von Wachstumsdifferenzen und Umdimensionierungen des Gehirns. Da die speziellen Verhältnisse dieses Vorganges am Medianschnitt noch deutlicher werden, sollen sie erst bei der Besprechung des letzteren genauer auseinandergesetzt werden.

Sieht man von den Veränderungen, insoweit sie sich auf die Knickung der Hirnachse und die damit verbundene Lage-

beziehung der einzelnen Hirnteile erstrecken, ab, so lässt sich der Fortschritt in der Hirnentwickelung folgendermassen zusammenfassen: das Rhombencephalon hat im ganzen an Höhe bedeutend gewonnen. Allerdings ist diese Höhenzunahme grösstenteils auf die stärkere Brückenkrümmung zu beziehen. Der bis dahin nur schwach prominierende Torus cerebellaris baucht sich zu beiden Seiten des Rhombencephalon mächtig vor und bildet so einen wohl abgrenzbaren voluminösen Hirnanteil. Er ist selbst von dem sackförmig nach hinten ausladenden Mesencephalon überlagert. Die Höhendimension des Diencephalon, welches nun in seinem grösseren Anteil von dem hinteren Pol der Hemisphären vollkommen bedeckt ist, hat ebenfalls beträchtlich gewonnen.

Die Hemisphären sind hinten vom Diencephalon weit abgehoben, stark prominent, cranialwärts konvex und laufen ziemlich plötzlich in einen kurzen Olfactorius aus. Dieser ist besonders an der der Konvexität der Hemisphären zugekehrten Seite durch eine Furche gegen die Hemisphären scharf abgegrenzt.

Der dorsale Teil des Sulcus telendiencephalicus, welcher stärker vertieft ist, ist bei der Besichtigung von aussen überhaupt nicht mehr sichtbar. Der basale Anteil des Sulcus telendiencephalicus aber ist noch seicht und weit offen und erreicht die Medianebene. Aus ihm steigt rostral und dorsalwärts gerichtet die flache, aber deutlich ausgeprägte grubige Vertiefung auf, welche die laterale Fläche der Hemisphären in dem Basalabschnitt ein wenig aushöhlt. Es ist dies die erste Andeutung der Fossa Sylvii.

Sonstige besondere Reliefeigentümlichkeiten sind an der Konvexitätsseite der Hemisphären nicht nachweisbar. Am Modell zeigt sich wohl nahe der Mantelkante beiderseits eine bogenförmige, von hinten nach vorne verlaufende Vertiefung; doch ist diese nichts anderes als der Ausdruck einer arti-

fiziellen Einsenkung der Hemisphären, da die Hirnblase bei der Konservierung an dieser Stelle eingesunken sein dürfte. Der Vergleich mit dem nächsten Stadium, an welchem diese Einsenkung fehlt, macht diese Annahme plausibel.

Besichtigt man die Hemisphärenregion gerade von oben, so dass man in die Mantelspalte hineinsehen kann, so erblickt man am Grunde derselben noch die Decke des Telencephalon impar und das sich anschliessende Dach des Diencephalon. Auf diesem Dach selbst befindet sich eine circumskripte kleine Erhebung nahe der Übergangsstelle in das Mesencephalon: Ausstülpung der Epiphyse.

Medianschnitt (Taf.-Fig. 10).

Was zunächst die Dickenverhältnisse der Hirnwand am Medianschnitt anlangt, so ist hiezu folgendes zu bemerken: Der Boden des Rhombencephalon hat sich im ganzen bedeutend verdickt; ebenso ist eine Dickenzunahme an der Stelle der Scheitelkrümmung zu konstatieren. Jenseits des vorderen Knickungswinkels der Scheitelkrümmung nimmt die Wanddicke allmählich wieder ab, um an dem vertieften Infundibulum ihre dünnste Stelle zu erreichen. Knapp hinter dem Recessus opticus nimmt die Wanddicke wieder etwas zu; vor demselben sieht man eine relativ dicke Stelle, entsprechend dem Querschnitt des Torus transversus. Dieser verjüngt sich ziemlich rasch nach vorne und oben und geht hier in eine epitheliale Decke über, welche vielfach ausgebuchtet gegen das Lumen des Gehirns in unregelmässigen Zacken vorspringt. Nach hinten gleichen sich diese Zacken allmählich aus. Eine einzige Vorwölbung scheint etwas grösser, der epiphysären Ausstülpung unmittelbar vor dem Mesencephalon zu entsprechen.

Die anschliessende Decke des Mesencephalon ist gleichmässig dick und geht, hinten überhängend, in den Torus cerebellaris über. An diesen schliesst sich die epitheliale Wand

der Decke des vierten Ventrikels, die sich am Ende der Fossa rhomboidea wieder verdickt, um gegen die Medulla spinalis abzusteigen.

In der rhombencephalen Höhle sieht man die Ausbuchtungen des Recessus lateralis bereits deutlich entwickelt; ebenso den gegen das Lumen vorspringenden Plexus chorioideus, von dem am Modell nur die Einstülpungsstelle dargestellt wurde. Dem tiefen Sulcus mesorhombencephalicus entspricht eine ziemlich scharfrandige, scharf vorspringende gleichnamige Prominenz, vor welcher sich das Mesencephalon weit ausbuchtet.

Das Mesencephalon selbst ist gegen den davor gelegenen Hirnanteil durch die deutlich vorspringende Prominentia mesodiencephalica abgegrenzt. Am Medianschnitt sieht man auch sehr gut die Höhen- und Längenzunahme des Diencephalon und ferner Reliefeigentümlichkeiten der lateralen Wand desselben: so ist bereits die Prominenz des Thalamus opticus sichtbar. Oberhalb desselben, gegen das Mesencephalon zu durch eine Furche von der Thalamusvorwölbung getrennt, ist eine zweite kleine Erhebung, die wohl dem Ganglion habenulae entspricht. Basalwärts ist die Thalamusvorwölbung durch eine seichte Furche von der darunter gelegenen Region geschieden; die Furche selbst entspringt am unteren Rand der hufeisenförmigen Apertur des Foramen Monroi und verläuft von hier nach hinten und oben. Diese Furche stellt den Sulcus Monroi dar und trennt die Regio hypothalamica vom Thalamus. Zwischen der tiefen Ausbuchtung des Infundibulums und der Eingangsöffnung zur Opticusausstülpung wölbt sich die laterale Wand des Hohlraumes medialwärts in Form einer circumskripten Verdickung vor.

Der Recessus opticus ist verhältnismässig flach. Unmittelbar vor ihm erreicht der basale Anteil des Sulcus telendience-

phalicus die Medianebene. Folgt man von der Querschnittsfläche des Torus transversus diesem lateralwärts, so zeigt sich eine mächtige gegen die Nachbarschaft wohl abgegrenzte Prominenz, der laterale Anteil des Torus, welcher von unten und hinten her das Foramen Monroi mächtig einengt und es hufeisenförmig gestaltet. Die hintere Umrandung des Foramen Monroi wird durch den vorderen Rand des Thalamus opticus, resp. durch die daselbst entstehende Prominenz gegeben, welche der Umschlagsstelle entspricht, die dem tiefen Sulcus telodiencephalicus ihre Entstehung verdankt. Die beiderseitigen Umschlagsstellen sind durch eine transversal verlaufende gratförmige Erhebung verbunden: Velum transversum. Gerade an dieser Stelle sieht man das vordere Ende des Plexus chorioideus erscheinen.

Die vordere Circumferenz des Foramen Monroi wird dargestellt durch die Umbiegungsstelle der Paries terminalis in die mediale Hemisphärenwand. Die konkave Seite der hufeisenförmigen Öffnung begrenzt, wie schon erwähnt, der mächtig prominierende laterale Anteil des Torus transversus resp. der aus ihm hervorgegangene mächtige Kopf des Streifenhügels.

Die mediale Wand der Hemisphäre ist vollkommen glatt; nur nahe dem frontalen Pol schneidet die den Olfactorius basalwärts abgrenzende Furche ein wenig ein.

Schnittserie.

Die Betrachtung der Schnittserie lehrt, dass die Differenzierung der Hirnwand im Vergleich mit dem früheren Stadium sehr weit gediehen ist. Ganz abgesehen davon, dass die Rinde der Hemisphären eine weitgehende Schichtung erfahren hat, welche sich besonders im Bereich der Ammonsrinde deutlich manifestiert, sind auch im Bereich des Hirnstammes eine Reihe von Nervenfaserzügen zu unterscheiden, auf welche hier, als nicht im Rahmen dieser Arbeit gelegen, nicht näher eingegangen

werden soll. — Im Gebiet des Rautenhirns hat der Plexus chorioideus an Ausdehnung und Mannigfaltigkeit seiner Form stark zugenommen; der Recessus lateralis reicht bereits weit basalwärts. Auffallend ist die mächtige Entwickelung der Commissura posterior, an welche sich die am Schnitt viel stärker abgesetzte Epiphysis cerebri schliesst. Diese repräsentiert eine kleine knopfartige Ausstülpung, mit einer geringen Einschnürung an ihrer Ursprungsstelle und ist besonders dadurch charakterisiert, dass die Hirnwand hier noch ihre ursprüngliche kernreiche Beschaffenheit zeigt, also sich noch nicht hinreichend differenziert hat. — Auch die Commissura habenularum ist als ein circumskripter Faserzug zu erkennen. Die Decke des Ventrikulus III, dessen laterale Wände mächtig verdickt und weitgehend differenziert erscheinen, ist in Form eines noch wenig entwickelten Plexus chorioideus ventriculi III gegen den Hohlraum vorgestülpt. Die oberflächliche Bedeckung dieses Plexus unterscheidet sich in nichts von der epithelialen Bedeckung des Plexus der Seitenventrikel. Gerade am Hemisphärenhirn sind bei der Betrachtung der Schnittserie eine Reihe von Details zu erheben, die, wie selbstverständlich, am Modell nicht zum Ausdruck kommen können. Verfolgt man die Schnittserie in craniocaudaler Richtung, so wird zunächst der hintere Pol der Hemisphäre angeschnitten und es zeigt sich nun, dass die Wand des noch weiten ventrikulären Hohlraumes an ihrer mediobasalen Seite ein ganz charakteristisches Aussehen gewinnt.

Ein ziemlich grosses Areale der Wand ist hier ganz auffällig dünn und geht, sowohl cranialwärts als auch basalwärts ziemlich gut abgrenzbar, in die gleichmässig dicke Wand der Hemisphären über. Irgend eine Falten- oder Furchenbildung ist bei dem gerade an dieser Stelle tadellos konservierten Embryo nicht sichtbar. Die geringe Dicke der Wand, die Be-

schaffenheit ihrer Elemente und die Übergangsart in den dicken Anteil lehren, dass der dünne Abschnitt als Area chorioidea im Sinne von Hochstetter aufzufassen ist, ohne dass es noch an dieser Stelle zur Erhebung einer Plica chorioidea gekommen wäre. Folgt man der Serie weiter, so nimmt die Dicke der Wand im Bereich der Area chorioidea womöglich noch ab, und es entwickeln sich ziemlich plötzlich zwei Einstülpungsstellen des Plexus chorioideus, welche voneinander durch eine relativ breite Brücke nicht eingestülpter Wand geschieden sind. Bei der weiteren Verfolgung fliessen nach kurzem Verlauf diese beiden Plicae an ihrer Basis ineinander und geben nun eine einzige, gut entwickelte Plica chorioidea, welche sich in der typischen Art entwickelt, bis an die hintere Grenze des Foramen Monroi verfolgen lässt. In der Region des Foramen Monroi zeigt nun zunächst die bis dahin gegen den Hohlraum des dritten Ventrikels vorgestülpte Wand eine ganz eigentümliche Lageveränderung. Wir sind nämlich berechtigt, nach dem Konservierungszustand des Embryo, weiters nach dem ganzen Aussehen der Decke anzunehmen, dass dort, wo diese plexusartig gegen den Hohlraum vorgebuchtet ist, es sich um eine natürliche Lagebeziehung und nicht um ein Eingesunkensein des Plexus handelt. In der schon angeführten Region des Foramen Monroi bleibt nun die Decke wohl dünn, aber sie stülpt sich peripherwärts, also gegen das Bindegewebe der Sichel, sackartig aus, so dass diese Aussackung eine gewisse Ähnlichkeit mit der paraphysären Ausstülpung des Geckogehirns, nur viel weniger stark entwickelt, erhält. Zu beiden Seiten ist diese Ausstülpung durch eine gerade noch angedeutete Furche gegen die mediale Hemisphärenwand geschieden (Textfig. 2). Jenseits dieser Furche beginnt die charakteristische Ammonsrinde, gegen die Furche spitz zulaufend. Diese Furchen sind zu identifizieren mit den beiden Sulci tegmenti der früheren Stadien. Folgt man der Serie

noch weiter, so bemerkt man, dass die vorhin beschriebene Ausstülpung rostralwärts plötzlich ein Ende findet und dass zwischen den beiden Hemisphären nur mehr ein schmales Verbindungsstück gelegen ist. Dieses ist in seiner Substanz wohl etwas mächtiger, zeigt aber in seiner Wand keine besondere Differenzierung.

Die Ammonsrinde endet immer in einer kurzen Distanz



Fig. 2.

Querschnitt durch das Hirnrohr von Embryo V. S. t. Sulcus tegmenti. T. i. Decke des Telencephalon impar.

von der Umbiegungsstelle der medialen Wand der einen Hemisphäre in die andere.

Basalwärts nimmt endlich die Dicke dieses Verbindungsstückes immer mehr und mehr zu und geht allmählich seitwärts in die Corpora striata über. Es handelt sich hier um den Torus transversus. Ganz auffälligerweise gelang es uns nicht, in dem Torus transversus dieses Stadiums auch nur die Andeutung einer Commissurenentwickelung zu finden. Weit lateralwärts im Bereiche des Corpus striatum sieht man wohl Faserzüge von hinten unten medialwärts umbiegen, doch ist man nicht imstande, sie weiter gegen die Mittellinie hin

zu verfolgen. Nach ihrer Lage und ihrem Verlauf dürfte es sich aber wohl um die Seitenstücke der Commissura anterior handeln.

Irgendwelche Veränderung, welche auch nur auf die Vorbereitung einer wie immer gearteten Concrescenz der einander zugekehrten Hemisphärenwände in der Tiefe der Mantelspalte hinweisen würden, waren wir ebenfalls nicht imstande zu konstatieren.

Schliesslich sei noch das Verhalten des hinteren äusseren Anteils des Corpus striatum erwähnt: dieser Abschnitt springt nämlich hügelförmig frei in das Lumen der Seitenventrikel vor; beim Verfolgen der Serie zeigt sich nun, dass der laterale Abhang dieses Hügels dort, wo er an die Innenfläche der laterobasalen Rinde stösst, mit dieser sekundär verwächst. Wenigstens lässt sich zeigen, dass von der Grenzfurche zwischen dem freien hügelförmig vorspringenden Anteil und der lateralen Wand eine Schichte in die Tiefe reicht, welche durch ihren Kernreichtum sich als Fortsetzung der oberflächlichen Schicht des Corpus striatum erweist. Diese Schichte lässt sich durch viele Schnitte in die Tiefe verfolgen und verliert sich erst allmählich.

Stadium VI.

Dieser Embryo ist der letzte der in der Normentafel beschriebenen; er hat eine grösste Länge von 24 mm. — Der knorpelige Primordialschädel ist auf der Höhe seiner Entwickelung. — Ziemlich vorgeschrittene Verknöcherung an den Extremitätenknochen. — Physiologische Nabelhernie verschwunden. — Medullarrohr noch weit in den Schwanz hineinreichend.

Profilansicht (Taf.-Fig. 11).

Die in dem früheren Stadium bereits erwähnten Veränderungen in der gegenseitigen Lagebeziehung der einzelnen Hirn-

anteile haben in dem nun zu besprechenden noch weitere Fortschritte gemacht; hiezu kommt noch die Fortentwickelung der verschiedenen Hirnabschnitte im Sinne der Annäherung an die bleibenden Verhältnisse, vor allem aber eine weitgehende Differenzierung im Aufbau der einzelnen Hirnwände.

Wie die Profilansicht lehrt, hat die Abknickung des Rhombencephalon weiter an Stärke zugenommen, so dass nun das Kleinhirn von der dorsalen Seite her die Decke des übrigen Rhombencephalon vollkommen überlagert. Das Kleinhirn, welches ventral schon ziemlich weit reicht, ist durch tiefe Furchen gegen die anderen Anteile des Rhombencephalon abgegrenzt. Die Brückenkrümmung hat ebenfalls zugenommen und es ist zur Ausbildung einer sehr starken Brückenvorwölbung gekommen.

Ganz charakteristisch ist der Verlauf der Plica encephali ventralis. War diese ursprünglich, wie schon beschrieben, nach vorne, später nach oben gerichtet, so ist die Richtungsänderung jetzt bereits so weit vorgeschritten, dass die Achse der Plica nach hinten und oben sieht.

Das Mesencephalon ist, wie schon in den früheren Stadien, stark in die Länge gewachsen, zu einer mächtigen Blase entwickelt und hängt senkelartig, den Kleinhirnwulst überlagernd, nach unten und hinten. Der Zusammenhang zwischen Rhombencephalon und Mesencephalon ist durch das tiefe Einschneiden des Sulcus mesorhombencephalicus, zum mindesten bei der Besichtigung im Profil, halsartig eingeschnürt. Durch das mächtige Auswachsen des Hemisphärenhirns ist das Diencephalon samt Parencephalon vollkommen gedeckt. In ihrem oberen Anteil reicht die Hemisphäre bis an den Übergang des Diencephalon in das Mesencephalon, während in der Höhe des occipitalen Poles der Hemisphäre diese Überlagerung, wie selbstverständlich, weiter nach hinten gehend, auch noch den synencephalen Anteil des Vorderhirnbläschens deckt. Der occipitale Pol der

Hemisphären ist plump, der frontale Pol durch eine tief einschneidende Furche gegen den Olfactorius geschieden.

Seitwärts ist die Hemisphäre ein wenig eingedrückt in Form einer flachen Grube, welche basalwärts bis an den Sulcus telendiencephalicus reicht. Basalwärts sieht über das Niveau der unteren Umrandung der Hemisphäre der divertikelartig vertiefte Recessus opticus mit dem daran seitlich angesetzten Nervus opticus, sowie das trichterartig verjüngte Infundibulum mit der Hypophyse hervor.

Bei der Besichtigung des Modells von oben sieht man, wie entsprechend der engen Mantelspalte die beiden Hemisphären vorne vollkommen aneinanderschliessen; nach hinten weichen die Ränder der Hemisphären auseinander und ermöglichen den Einblick auf die Decke des Parencephalon, welche hier vielfach zerklüftet, kuppelartig vorspringt. Bei der Bescheibung der Schnittserie wird noch gezeigt werden, dass die Unregelmässigkeit der Oberfläche mit der Bildung des Plexus chorioideus zusammenhängt.

Hinter dem Parencephalon findet sich eine Furche, welche dieses gegen das Mesencephalon abgrenzt. Über die mesencephale Decke zieht in der Medianebene ein seichter Sulcus mesencephalicus medianus. Lateral sieht man über die Seitenwand des ohnehin ziemlich weit ausgebuchteten Mesencephalon die lateralen Anteile des Kleinhirnwulstes flügelförmig vorspringen.

Medianschnitt (Taf.-Fig. 12).

Bei der Beschreibung des Medianschnittes wollen wir, wie bisher, zunächst die Verhältnisse der Wandstärke an der Schnittfläche schildern. Die rhombencephale Basis ist bereits so dick geworden, dass man fast von bleibenden Verhältnissen sprechen kann. Auch der Torus cerebellaris zeigt eine mächtige Dicke, wenn er auch, verglichen mit der Ausdehnung des Kleinhirns am Erwachsenen, in der Folge stark zuzunehmen scheint.

Ähnliches lässt sich auch über die Dicke der Mesencephalondecke berichten. Auch sie ist wohl ziemlich stark, hat aber jene Stärke noch nicht erreicht, welche sie am Erwachsenen besitzt.

Der Boden des Diencephalon verjüngt sich kontinuierlich gegen das Infundibulum, welchem die mächtige Hypophyse aufsitzt. Vor dem Infundibulum erscheint der Querschnitt des Chiasma und rostral davon die ganz unverhältnismässig dünne Basis des weit offenen Recessus opticus.

Ganz merkwürdig sind aber die Umwandlungen, welche die Querschnittregion des Torus transversus vom früheren Stadium zum jetzigen durchgemacht hat: im früheren Stadium als eine allmählich zunehmende Verdickung sowohl basal als auch dorsal wenig abgegrenzt, ist der Querschnitt des Torus transversus in diesem Stadium nicht nur mächtig in anterioposteriorer Richtung gewachsen, sondern erscheint auch gegen den Recessus opticus und gegen die dünne Decke des Diencephalon abgegrenzt. Über die Richtungsänderung, die auch in diesem Stadium gegenüber dem früheren ganz sinnfällig ist, soll erst später im Zusammenhang berichtet werden.

Der an den Torus anschliessende Teil der Decke ist zu einem Plexus chorioideus umgewandelt, welcher vielgestaltig gegen das Lumen des Gehirns vorragt. Dabei hat sich, wie der Vergleich mit dem früheren Stadium lehrt, die ganze Decke blasenartig erhoben, so dass sie wie eine mit vielen einwärts blickenden Zacken versehene Kuppel dem Ventrikelraum aufsitzt. Bei der Beschreibung der Schnittserie soll noch einmal auf diesen Tatbestand zurückgekommen werden (s. S. 123).

Der dünne Anteil geht ganz plötzlich hinten in die mesencephale Decke über, so dass in diesem Stadium die dünne Decke vom hinteren Rand des Torus transversus bis an den vorderen Rand des Mesencephalon reicht.

Die schon bei der Beschreibung der Aussenfläche hervor-

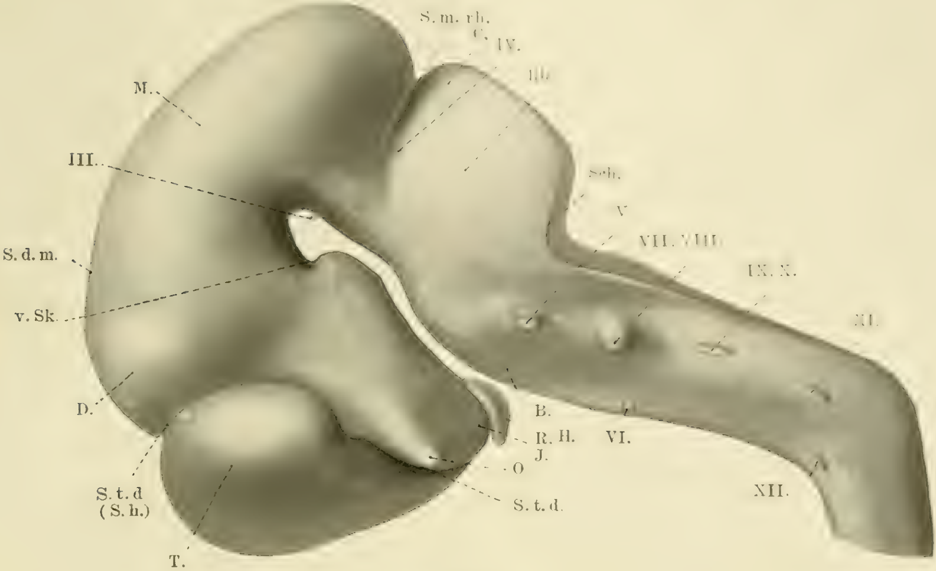

S. m. rh.
C.
IV.
Rh.
M.
III.
Sch.
V
VII. VIII.
IX. X.
S. d. m.
v. Sk.
XI.
D.
B.
R. H.
VI.
J.
O
S. t. d
(S. h.)
XII.
S. t. d.
T.

Fig 7.

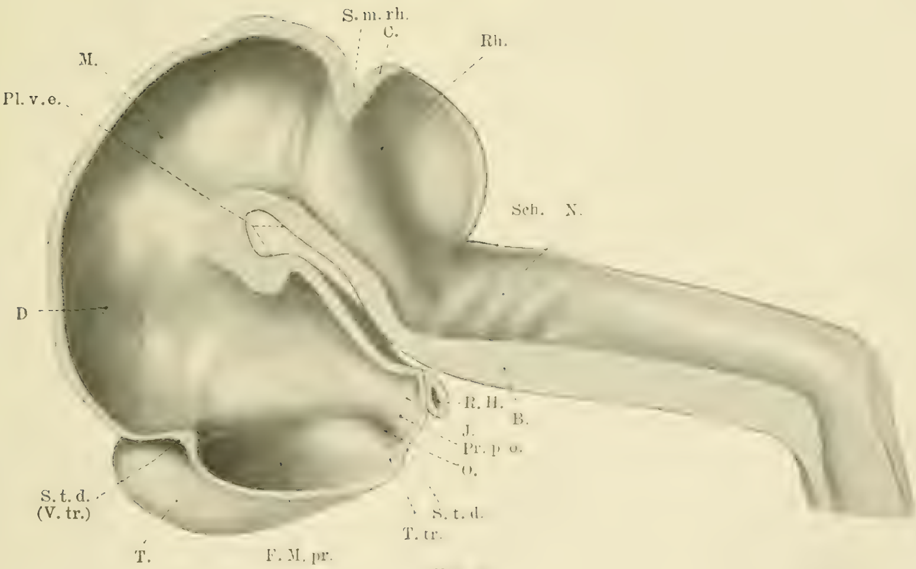

S. m. rh.
C.
Rh.
M.
Pl. v. e.
Sch. N.
D
R. H.
B.
J.
Pr. p. o.
O.
S. t. d.
(V. tr.)
S. t. d.
T. tr.
T.
F. M. pr.

Fig. 8.

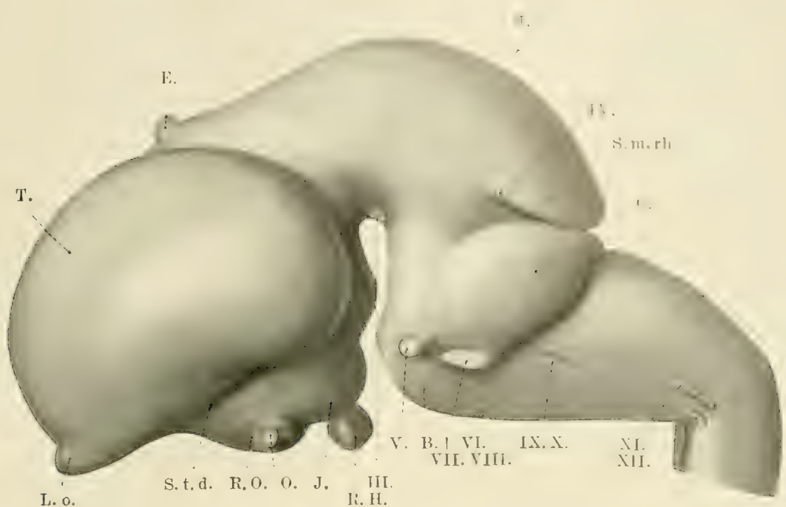

E.
S.m.rh
T.
V.
B.
VI.
VII. VIII.
IX. X.
XI.
XII.
L. o.
S. t. d.
R. O.
O.
J.
III.
R. H.

Fig. 9.

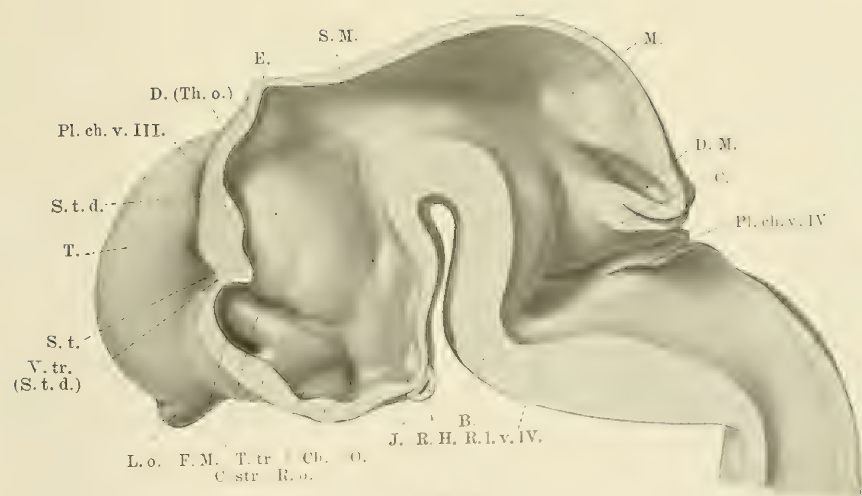

S. M.
M.
E.
D. (Th. o.)
Pl. ch. v. III.
D. M.
S. t. d.
Pl. ch. v. IV
T.
S. t.
V. tr.
(S. t. d.)
B.
J.
R. H.
R. l. v. IV.
L. o.
F. M.
T. tr
Ch.
O.
C str
R. o.

Fig. 10.

T.
S. m. rh
Ol. L. o.
R. o.
O.
R. H.
B.
V.
VII. VIII.
IX. X.
XI.
D. M
C.
Rh.

Fig. 11.

Pl. ch. v. III.
Th.
S. t. d.
P. (S. h.)
E.
M.
F. M.
C. str.
T.
S. t.
S. t. d.
(V. tr.)
L. o.
Ol
T. tr.
S. M.
R. o
O.
Ch. J. R. H R. h. th.
Pl. v. c
B.
D. M.
S. m. rh.
Pl. ch. v. IV.
Rh.

Fig. 12

gehobene Umlagerung der einzelnen Hirnteile manifestiert sich am Medianschnitt natürlich noch deutlicher. Der Vergleich der einzelnen Medianschnitte lehrt vor allem, welche weitgehende Richtungsänderung die Plica encephali im Laufe der Entwickelung durchgemacht hat.

Die Untersuchung der ventrikulären Räume, wie sie sich am Medianschnitt repräsentieren, ergibt nun folgendes: der Ventriculus IV. hat sich in seiner Längsrichtung bedeutend verkürzt; die lateralen Anteile seiner Basis haben sich gehoben und gestatten nunmehr durch einen ganz schmalen Spalt einen Einblick in den Recessus lateralis. Von dem mächtigen in den vierten Ventrikel hineinragenden Plexus chorioideus sind am Modell nur die Eintrittsstellen wiedergegeben. Die Kommunikation zwischen viertem Ventrikel und dem noch immer unverhältnismässig weiten Hohlraum des Mesencephalon ist stark eingeengt. Der mesencephale Hohlraum selbst ragt in die schon beschriebene caudalwärts vorgebuchtete Partie des Mesencephalon hinein. Die am Medianschnitt besonders auffällige Höhenzunahme des Diencephalon lässt sich folgendermassen analysieren: es zeigt sich zunächst, dass ein Teil dieser Höhenzunahme auf die schon beschriebene blasen- oder kuppelartige Erhebung der Decke zurückzuführen ist. Vergleicht man aber das von der medialen Wand des Thalamus opticus eingenommene Areale des früheren Stadiums mit dem des jetzigen, so zeigt sich die auffallende Tatsache, dass von einer Grössenzunahme dieses Gebietes eigentlich nicht die Rede sein kann. Der Sulcus Monroi hat wohl seine Richtung, kaum aber seine Distanz von dem oberen Rand des Thalamus opticus geändert. Der thalamische Abschnitt der lateralen Wand des Ventriculus III ist daher nicht grösser geworden; vielmehr ist die Höhenzunahme des ganzen Gebietes auf eine ganz sinnfällige Höhenzunahme der Regio hypothalamica zurückzuführen.

Damit geht Hand in Hand ein ganz besonders ausgeprägtes Abrücken des Recessus opticus und des Infundibulum einerseits vom Foramen Monroi, andererseits vom Sulcus Monroi. Wie die Untersuchung der Schnittserie und des Modells lehrt, handelt es sich dabei nicht um eine einfache Ausbuchtung der Wand, sondern um eine ganz bedeutende Dickenzunahme derselben.

Das im früheren Stadium hufeisenartig gestaltete Foramen Monroi hat in diesem Stadium seine Form annähernd behalten, aber seine Richtung geändert. Es muss dies wohl in Verbindung gebracht werden mit der Richtungsänderung des Hemisphärenhirns: früher sah die Konvexität des Hufeisens nach vorne, jetzt sieht sie nach aufwärts. Der früher noch in dem dritten Ventrikel resp. in das Telencephalon impar hineinragende, wulstförmig gestaltete laterale Anteil des Torus ist jetzt vollkommen ausgeschieden, lateralwärts abgerückt und nur noch durch das Foramen Monroi, dieses eben hufeisenförmig einengend, sichtbar.

Schnittserie.

Die Durchsicht der Serie lehrt, dass im Bereich des Hirnstammes die Differenzierung in Kerne und Fasern noch weitere Fortschritte gemacht hat. Der Plexus chorioideus ventriculi IV. ist vollkommen ausgebildet, der Recessus lateralis reicht tief basalwärts. Bezüglich der Weite der Ventrikel bestätigt die Durchsicht der Serie nur das, was bereits bei der Beschreibung der seitlichen Modellansicht erwähnt wurde.

Die Commissura cerebellaris ist gut ausgebildet. Im vorderen Drittel der mesencephalen Decke erscheint die Commissura posterior, welche sich nach vorne verfolgen lässt und nur durch eine kurze Distanz von der Commissura habenularum getrennt ist. In der Commissura posterior fallen gekreuzte Fasern auf, allem Anschein nach der oberen Trigeminuswurzel angehörig.

Die Commissura habenularum selbst ist sehr mächtig; ihre nach vorne umbiegenden Schenkel lassen sich weit verfolgen. Hiebei bildet diese Commissur nicht einen am Querschnitt kreisrunden Strang, sondern sie ist plattenförmig nach vorne verlängert und geht ohne scharfe Grenze in einen Faserzug über, welcher sich noch ein Stück weiter rostralwärts verfolgen lässt. Das Studium des Gehirns eines erwachsenen Tarsius lehrt, dass sich gerade dieser Anteil der Commissur später zu einer besonderen Mächtigkeit entfaltet und unter dem Epiphysenstiel nach vorne reicht. Es würde sich empfehlen, an der in dieser Weise mehr minder zweigeteilten Commissura habenularum eine Pars anterior zu unterscheiden, welche unseres Wissens bisher noch nicht beschrieben wurde und eine Pars posterior, welche der eigentlichen Commissura habenularum entspricht.

An der Seitenfläche des Mesencephalon fallen die mächtigen ganglïösen Einlagerungen der grossen Corpora geniculata auf. Vor der Epiphyse, zu beiden Seiten des diencephalen Hohlraumes und nahe der Decke, finden sich zwei unverhältnismässig gut entwickelte Ganglia habenulae, bis zu welchen die Commissur zu verfolgen ist.

Die Decke des diencephalen Hohlraumes, welcher noch in seiner ganzen Länge erhalten ist, ist stark erhoben, epithelialer Natur und von dem in dieser Zeit bereits gut entwickelten Plexus chorioideus ventriculi III. überlagert. Diese Erhebung der Decke ist besonders oberhalb des Foramen Monroi stark ausgesprochen, so dass man auch hier noch von einer paraphysären Ausstülpung sprechen kann.

An der Hypophyse sieht man deutlich die Lappen der Rachenhypophyse, welche den Lobus anterior bilden. Der Lobus posterior ist gegen ihn deutlich abgegrenzt. Der Lobus anterior hat noch teilweise offene Drüsenschläuche und besteht aus einem vorderen, von den übrigen zum Teil durch Binde-

gewebe geschiedenen Lappen und zwei seitlichen, welche sich untereinander vereinigen und den Lobus posterior hypophyseos ringförmig umgreifen. Schliesslich sieht man noch, wie die Lumina immer mehr und mehr verschwinden, so dass im Grund der Sella turcica nur noch solide Sprossen vorhanden sind.

Der telencephale Hohlraum ist ganz unverhältnismässig weit. Dabei zeigt die Rinde bereits eine ziemlich weit fortgeschrittene Schichtung. Folgt man der Serie in craniocaudaler Richtung, so zeigt sich, dass schon ziemlich weit hinten und oben die mediobasale Wand dünn wird, ohne dass von einer Plica chorioidea schon die Rede sein könnte. Schliesslich sieht man wieder den freien Rand der Ammonsrinde, welcher sich gegen die Area chorioidea zuschärft. Im Bereich der letzteren ist die mediobasale Hemisphärenwand auf eine epitheliale Schichte reduziert, welche sich nach vorne an der Stelle des Foramen Monroi bis auf den Umschlagsrand in das Diencephalon verfolgen lässt. Eine einzige Plica chorioidea stülpt sich gegen die weite Cella media vor.

An der lateralen Wand der Hemisphäre ist unterdessen eine circumskripte Verdickung sichtbar geworden, das Corpus striatum.

Beim weiteren Verfolgen der Serie sieht man, wie ein Teil des Plexus chorioideus gegen das Unterhorn, der andere gegen die Cella media vorragt. Sowohl vorne als auch rückwärts sieht man den Teil der Hemisphärenwand, welcher in die Area chorioidea zugeschärft übergeht, aufgehellt und mit Fasern besetzt (Anlage des Fornix). Am vorderen Rand des Foramen Monroi gehen die beiden Hemisphären schliesslich in Form einer dünnen Brücke ineinander über. Eine besondere Differenzierung ist an dieser Substanzbrücke nicht zu sehen.

Deutlich differenziert ist jener Anteil der Area chorioidea, welcher zur Lamina affixa wird.

Vor dem Foramen Monroi wird der zugeschärfte Rand der Hemisphären immer plumper. Dabei ist der Hemisphärenrand nicht mehr wie früher zugeschärft, sondern ragt rechtwinkelig abgegrenzt in den ventrikulären Hohlraum hinein. Die Substanzbrücke (Torus transversus) nimmt an Dicke immer mehr zu. Rechts und links von dieser Brücke sieht man mächtige Faserzüge weit gegen die Mantelkante hinaufreichen; zwischen diesen beiden ist wenig differenzierte Hirnwand gelegen. Schliesslich verbinden sich diese beiden Faserzüge zum Balken. Irgend eine Veränderung, welche auf Concrescenz beider Hemisphären und auf spätere Durchwachsung schliessen liesse, ist nicht zu sehen. Hingegen ist der Abschnitt der medialen Hemisphärenwand, welcher unmittelbar vor der Balkenzone gelegen ist, verdickt und springt hügelartig vor (Massa commissuralis, Zuckerkandl).

Verfolgt man die Serie weiter, so bleibt die Verbindungsbrücke zwischen den beiden Hemisphären wohl bestehen, die Balkenfasern aber verschwinden wieder. Die Brücke selbst hat dann ungefähr die Textur der anliegenden Hemisphärenwand, bzw. der Area commissuralis. Am Übergang der medialen Wand der Hemisphären in die basale resp. in den Torus transversus erscheint nun, von dem vorhin beschriebenen Balken durch eine ziemlich grosse Distanz getrennt, der spulrunde Strang der Commissura anterior, welcher in den Schnitten weit lateralwärts zu verfolgen ist und sich auswärts in einen rostral und einen occipitalwärts verlaufenden Teil scheiden lässt.

Zusammenfassung.

Wie schon einleitend bemerkt, stellt diese Arbeit eine Fortsetzung der seinerzeit mit der Beschreibung der Entwickelungsgeschichte des Geckogehirns begonnenen Untersuchung dar und ist unter demselben Gesichtswinkel durchgeführt wie die eben zitierte. Es ist daher verständlich, wenn wir auch hier wieder, von denselben Gesichtspunkten ausgehend, die Resultate, die wir gewonnen haben, herausheben und übersichtlich zusammenstellen. Wir werden demnach auch hier zunächst die Krümmungsform des Hirnrohres, sowie die daraus resultierenden Umlagerungen der einzelnen Hirnblasenderivate zu berücksichtigen haben. Daran schliesse sich eine Zusammenfassung der formalen Genese der einzelnen Hirnanteile, hauptsächlich des Vorderhirns, und die Beschreibung der Commissurenentwickelung.

Während sich aber beim Reptiliengehirn die Entwickelung des daselbst noch wenig weit fortgeschrittenen Plexus chorioideus relativ einfach vollzieht, ist dieser Vorgang beim Säugergehirn, wie bekannt, ein viel komplizierterer und muss daher hier seine spezielle Beschreibung finden; insoferne gehen wir über das beim Geckogehirn aufgestellte Programm hinaus.

I. Krümmungen.

In dem jüngsten, von uns beschriebenen Stadium ist das Hirnrohr bereits zweischenkelig. Die beiden Schenkel gehen an der Stelle der vorderen und der hinteren Scheitelkrümmung ineinander über. In der Folge sehen wir unter vollkommener Aufrechterhaltung der Scheitelkrümmung selbst die Krümmung des Hirnrohres kontinuierlich zunehmen, bis es endlich zu einer fast spitzwinkeligen Abknickung an dieser Stelle kommt.

Dabei entspricht der Scheitel dieses Knickungswinkels der Stelle der hinteren Scheitelkrümmung, während die vordere Scheitelkrümmung dem vorderen Schenkel zugehörig, schliesslich und endlich vollkommen verschwindet.

Die mit der Ausbildung der Scheitelkrümmung und ihrer Verschärfung einhergehenden Richtungsveränderungen und topischen Umlagerungen der einzelnen Hirnbläschen werden später im Zusammenhang besprochen werden.

Auffällig spät kommt es zur Ausbildung einer distinkten Brückenkrümmung, welche aber, einmal entstanden, ziemlich plötzlich zunimmt. Sie erreicht ihr Maximum in dem vorletzten der von uns modellierten Stadien und ist in dem letzten bereits wieder ein wenig zurückgebildet. Dadurch kommt es zu einer geringgradigen Streckung des Rautenhirnbodens, zum Unterschied vom Geckogehirn, bei welchem auch noch am letzten Stadium eine Zunahme der Brückenkrümmung zu konstatieren ist. Währenddem die beiden beschriebenen Krümmungen, mögen sie durch welche Ursachen immer sowohl in der Ontogenese als in der Phylogenese herbeigeführt worden sein, von der Stellung des Kopfes zum Rumpfe unabhängig sind, ist die Nackenkrümmung wohl als der Ausdruck der Richtungsänderungen der Schädelachse gegenüber der Wirbelsäulenachse zu betrachten. Da die Abknickung des Kopfes gegen die Wirbelsäule bei den Säugern eine viel ausgiebigere ist, so kann uns das frühzeitige Entstehen der Nackenkrümmung kaum wundernehmen. Zu bemerken ist allerdings, dass auch bei den Reptilien, zumindest beim Gecko, bei welchem die Längsachse des Schädels in die Fortsetzung der Wirbelsäulenachse fällt, wenigstens im Embryonalleben eine deutliche Nackenkrümmung vorhanden ist.

Wir sind auf Grundlage der Zusammenfassung dieser beiden Tatsachen zu der Ansicht gelangt, dass die Nackenkrümmung wohl nichts anderes darstellt als den Ausdruck der

Einrollung des Embryos, welche speziell am Übergange des Kopfes in den Hals eine besonders betonte ist. Hervorheben möchten wir nur noch, dass der Grad dieser Krümmung ein wechselnder ist, ein Umstand, der für die Richtigkeit unserer Deutung spricht.

Gegen das Ende der Entwickelung nimmt die Nackenkrümmung kontinuierlich ab.

II. Lagebeziehungen.

Für die Einschätzung der gegenseitigen Lagebeziehungen der einzelnen Anteile des Hirnrohres ist es von unumgänglicher Notwendigkeit, die betreffenden untereinander zu vergleichenden Entwickelungsstadien räumlich gleichmässig einzustellen.

So leicht diese Anforderung auf den ersten Blick erfüllbar erscheint, so schwer ist ihr in Wirklichkeit Genüge zu leisten. Es wäre leicht und einfach, die Gehirne untereinander derart zu vergleichen, dass man die Medulla spinalis lotrecht einstellt, wenn die variabel entwickelte Nackenkrümmung diese Art der Orientierung nicht vereiteln würde.

Um doch eine Vergleichsmöglichkeit zu schaffen, haben wir uns bemüht, den hinter der Brückenkrümmung gelegenen Anteil der Basis des Rhombencephalon horizontal einzustellen und dies bei dem Vergleich der einzelnen Stadien so gleichmässig als möglich durchzuführen.

Die nun zu beschreibenden Umlagerungen sind in der eben erwähnten Grundstellung festgestellt worden.

Der Vergleich der einzelnen Hirnabschnitte wird vielleicht am besten durch die Richtungsänderungen der Plica encephali ventralis in den verschiedenen Stadien illustriert.

Während der Scheitel der Plica encephali in den früheren Stadien fast geradeaus nach vorne sieht, sehen wir in den folgenden Stadien den Verlauf derselben ununterbrochen steiler

werden, so dass die Falte eine Zeitlang fast rechtwinkelig gegen die Horizontalebene steht, um schliesslich nach hinten und oben gerichtet zu sein. Wir müssen diese Richtungsänderung der Plica encephali wohl als eine Manifestation der gewaltigen Volumszunahme des Vorderhirns auffassen. Gleichzeitig mit der Richtungsänderung rückt das Mesencephalon zuerst mehr nach oben, dann nach hinten und oben, schliesslich nach hinten und überlagert so das Rhombencephalon fast vollständig. Es ist selbstverständlich, dass es sich bei diesen Umlagerungen nicht um aktive Wanderungsvorgänge, sondern nur um den Ausdruck von Wachstumsdifferenzen handeln kann.

Hand in Hand mit den eben erwähnten Veränderungen am rostralen Anteil des Hirnrohres geht auch eine Umlagerung der Paries terminalis, über welche aber erst im Zusammenhang mit der Entwickelung des Telencephalon berichtet werden soll.

Mit der Zunahme der Brückenkrümmung kommen die bis dahin hintereinander gelegenen beiden Anteile des Rhombencephalon übereinander zu liegen, so dass schliesslich das Derivat des Kleinhirnwulstes das Rhombencephalon von oben her verdeckt.

III. Formale Genese der Hirnbläschen.

Bevor wir an die Besprechung der formalen Umgestaltung der einzelnen Hirnbläschen gehen, müssen wir hervorheben, dass wir genau so wie in der Arbeit über das Geckogehirn durch Linien und Marken gegebene Abgrenzungen einzelner Hirnabschnitte verwerfen und nur Furchen resp. Vorwölbungen als Grenzen der einzelnen Hirnanteile anzuerkennen vermögen. Die für dieses Vorgehen bestimmenden Argumente sind in der Arbeit über das Geckogehirn bereits niedergelegt.

Geradeso wie dort das Prosencephalon des Geckogehirns in vier primäre Abschnitte unterteilt wurde, soll dies auch

hier geschehen. Eine Unterteilung des Rhombencephalon in zwei Stücke, wie His und andere sie durchgeführt haben, konnten wir nicht beobachten. Wir befinden uns diesbezüglich in vollkommener Übereinstimmung mit Grönberg. Ebensowenig vermögen wir den Isthmus rhombencephalicus als einen eigenen Hirnabschnitt zu betrachten.

1. Rhombencephalon.

Die Entwickelung der Brückenbeuge bis zu dem Moment, in welchem dieselbe zu einer scharfen Abknickung geworden ist, wurde bereits beschrieben. Bei der Besprechung der einzelnen Stadien wurde auch auf die frühzeitige Differenzierung der dünnen Decke und des Torus cerebellaris hingewiesen. Wir können mit Grönberg nur angeben, dass die Lage der Brücken einerseits, die Lage des Torus cerebellaris andererseits die von verschiedenen Seiten propagierte Unterteilung des Rhombencephalon in zwei Abschnitte als nicht geboten erscheinen lässt.

Die Neuromerie des Rhombencephalon ist auch am Tarsiusgehirn deutlich zu beobachten. Es kommt frühzeitig zur Ausbildung eines mächtigen Plexus chorioideus, ebenso wie zur Entwickelung eines geräumigen Recessus lateralis. Auch in dem ältesten, von uns beobachteten Stadium, in welchem der Recessus lateralis bereits weit basalwärts reicht, war es uns nicht möglich, eine sekundäre Dehiscenz daselbst und eine damit verbundene Eröffnung des Hohlraumes des Rhombencephalon zu beobachten.

2. Mesencephalon.

Die Abgrenzbarkeit des Mesencephalon ist hinten während der ganzen Zeit der Entwickelung eine sehr prägnante, vorne jedoch gelingt es nicht so leicht, die Grenze zwischen dem

Mittelhirn und dem Vorderhirn nachzuweisen. Diese geringe Abgrenzbarkeit des Mesencephalon nach vorne dürfte wohl die Veranlassung dazu gegeben haben, dass von mancher Seite, vor allem von Kupffer, als die ursprüngliche Anlage des Gehirns ein Zweibläschenstadium angegeben wurde, aus welchem sich erst sekundär das bekannte Dreibläschenstadium entwickelt.

Das ursprünglich schlauchförmig gestaltete Mesencephalon verdickt sich in seinen Wänden fast konzentrisch. Ganz merkwürdig ist bei der Volumzunahme der Wände des Mesencephalon und der damit verbundenen Einengung des mesencephalen Hohlraumes die divertikelartige Ausbuchtung des letzteren in den nach hinten ausladenden Teil des Mesencephalon. Dieses Divertikel ist nämlich noch in dem ältesten, von uns modellierten Stadium vorhanden.

Der Deckenteil des Mesencephalon nimmt allmählich an Breite zu, wird plattenförmig und stellt die Vierhügelplatte dar; in ihr etabliert sich eine mediane Furche, welche die Platte in zwei symmetrische Hälften teilt, während die Querfurche allem Anscheine nach sehr spät auftritt; wenigstens ist sie in unserem ältesten Stadium noch nicht vorhanden.

3. Prosencephalon.

Wie schon angedeutet, unterteilen wir das Prosencephalon in vier primäre Abschnitte: das Infundibulum, das Opticushirn, das Telencephalon und das Diencephalon. In der schon zitierten Arbeit über das Geckogehirn haben wir als das wichtigste Argument für diese Unterteilung das fast gleichzeitige Auftreten dieser vier Abschnitte angeführt. Die Befunde am Tarsiusgehirn bestätigen die am Geckogehirn durchgeführte Einteilung.

a) Das Infundibularhirn ist bei seinem ersten Auftreten in Form einer circumskripten unpaaren, basal gerichteten

Ausstülpung vorhanden, deren laterale Begrenzung allerdings später an Deutlichkeit einbüsst, währenddem die rostrale und occipitale Grenze als Sulcus postopticus und Tuberculum posticum bestehen bleibt. Am Tarsiushirn fällt auf, dass die Trichterregion während eines langen Abschnittes des Embryonallebens in weit offener Kommunikation mit dem übrigen Hohlraum des Gehirns bleibt, weiters dass die Wände des Infundibularhirns lange Zeit einer weiteren Differenzierung entbehren.

b) Die ursprünglich nur schwach angedeutete Grenze des Opticushirns wird lateralwärts später mit der Entwickelung des Opticusstieles eine immer prägnantere. Medialwärts sind noch die Wände des Recessus opticus dem ehemaligen Opticusgehirn zuzuzählen, ebenso wie die Anteile, welche den lateralwärts reichenden Sulcus opticus begrenzen. Später verliert sich allerdings die Abgrenzung des Opticusgehirns gegen das Diencephalon immer mehr und mehr.

c) Während bei der Differenzierung des Prosencephalon in seine einzelnen Anteile das Infundibulumhirn rein basalwärts, das Opticushirn ventrolateralwärts zum Vorschein kommt, entwickelt sich rostralwärts das Telencephalon, welches, wie noch ausgeführt wird, in das Telencephalon impar und in die Hemisphären zerfällt. Der nun rein dorsalwärts gerichtete Abschnitt des Prosencephalon stellt das Diencephalon dar, welches durch den dorsalen und den basalen Schenkel des Sulcus telodiencephalicus gegen ersteres begrenzt wird. Die Decke dieses Gehirnabschnittes, welche ursprünglich gleichmässig dick war, wird in den folgenden Stadien dünner, schliesslich etabliert sich hier ein Plexus chorioideus. Während der Gesamtentwickelung lässt sich zeigen, dass das Diencephalon kontinuierlich in seiner Höhendimension zunimmt, wobei gleichzeitig, wie schon erwähnt, die Abgrenzung gegen das Infundibularhirn und das Opticushirn eine ungenaue wird. Der ursprünglich weite Hohlraum der diencephalen Blase, der Ven-

triculus III, wird durch die Dickenzunahme der seitlichen Wand des Diencephalon immer mehr und mehr eingeengt und zu einem längsverlaufenden Spalt umgeformt. Schliesslich kommt es zu einer Aneinanderlagerung der beiden Seitenwände. Eine veritable Verwachsung der beiden Wände konnten wir an den uns zur Verfügung stehenden Stadien nicht beobachten. Jedenfalls dürfte sie erst sehr spät eintreten. Verhältnismässig frühzeitig tritt an der eben beschriebenen lateralen Wand des Ventrikel III der Sulcus Monroi auf, der die Unterteilung der Region in eine Regio thalamica und hypothalamica ermöglicht. Die ursprünglich weite Kommunikation des dritten Ventrikels mit den Seitenventrikeln durch das weite Foramen Monroi wird im Laufe der Entwickelung immer mehr eingeengt; gleichzeitig damit verkleinert sich aber auch der dem Telencephalon zugehörige, zwischen den beiden Foramina Monroi gelegene Raum und büsst seine genauere Abgrenzung gegen den Ventrikel III ein.

d) Da wir, wie schon erwähnt, die vier Anteile des Prosencephalon als ontogenetisch gleichwertig erachten, können wir die landläufige Einteilung des Prosencephalon in Diencephalon und Telencephalon nicht akzeptieren; wir können auch aus diesem Grund nicht von einer sekundären Ausstülpung des Telencephalon aus dem Prosencephalon sprechen, sondern, wie ja schon hervorgehoben, von vier in verschiedener Art und Weise differenzierten Wandbezirken der ersten oder vordersten Hirnblase, Wandbezirken, welche entsprechend ihrer verschiedenartigen Funktion im Laufe der Phylogenese eine verschiedenartige Ausbildung erfahren haben. Im Bereiche dieses rostrodorsalen Wandbezirkes gewinnen die lateral gelegenen Abschnitte eine grössere Ausdehnung, als der in der Mittelebene gelegene Anteil. Bei dieser Art der Betrachtung erledigt sich die Fragestellung, ob die beiden Hemisphären, welche aus den eben angeführten lateralen Anteilen hervorgehen, sekundär

durch die Sichel voneinander getrennt werden oder primär symmetrisch auswachsen, von selbst. Mit der stärkeren Entwickelung der lateralen Anteile des Telencephalon vertieft sich der ursprünglich flache Sulcus telendiencephalicus immer mehr und damit wird zunächst dorsal und occipital, später aber auch basal das Telencephalon immer deutlicher gegen die Nachbarschaft abgegrenzt. Den dorsooccipitalen Teil des Sulcus telendiencephalicus bezeichnet Hochstetter als Sulcus hemisphaericus. Die Kommunikation des in den Hemisphären untergebrachten Hohlraumes mit dem Telencephalon impar geschieht auf dem Wege der Foramina Monroi, so dass man eigentlich in logischer Konsequenz des eben Gesagten auch am Gehirn des Erwachsenen die Angabe, dass der Ventriculus III durch die Foramina Monroi mit den Seitenventrikeln kommuniziere, vermeiden sollte, oder wenn man diese Ausdrucksweise schon beibehält, man sich vor Augen halten sollte, dass diese Kommunikation des Ventrikels III nur eine mittelbare, nämlich durch den Rest des Telencephalon impar vermittelte, ist. Den zwischen den beiden Foramina Monroi gelegenen Raum, welcher, so lange die Foramina Monroi sehr weit offen sind, ziemlich gross ist, bezeichnet Hochstetter als Cavum Monroi. Dieser Name ist synonym jener Benennung, die wir selbst vorgeschlagen haben: Cavum (Ventriculus) des Telencephalon impar; er ist nach vorne und oben begrenzt durch die Paries terminalis, geht nach hinten ohne scharfe Grenze in den diencephalen Hohlraum über und ist seitwärts durch die Ebene der Foramina Monroi abgegrenzt. Die Abgrenzung nach hinten lässt sich vor allem noch am frühembryonalen Gehirn, ebenso wie am Geckogehirn, trotz des allmählichen Überganges in den dritten Ventrikel feststellen: als hintere Grenze des Ventriculus impar muss die hintere Umrandung des Foramen Monroi betrachtet werden; diese Stelle ist ausserdem an der Decke markiert

durch das Velum transversum, welches, am Geckogehirn noch gut entwickelt, am Tarsiusgehirn nicht mehr so gut zur Ausbildung gelangt. So lange die Foramina Monroi noch sehr weit sind, lässt sich auch zeigen, dass die Decke des Ventriculus impar sich gegen das paarige Telencephalon durch eine seichte Furche abgrenzt: jene Furche, welche am Geckogehirn bereits als Sulcus tegmenti beschrieben, gut ausgebildet, am Tarsiusgehirn nur angedeutet erscheint. Der Übergang der Decke des Ventriculus impar in die vordere und basale Wand ist ein allmählicher. Bei dieser Art der Betrachtung lässt sich konstatieren, dass der Ventriculus impar begrenzt wird durch eine in continuo verlaufende membranöse Wand, welche oben hinten, am Einschnitt des Velum transversum beginnt und vorne unten an jener Stelle endet, an welcher sich die basalen Anteile der beiden Sulci telendiencephalici in der Mittelebene treffen. Diese Wand bildet in der beschriebenen Art den rostralen Abschluss des Hirnrohres. Diese Wand, deren occipitodorsale und rostroventrale Grenze eben erwähnt wurde, bezeichnen wir als Paries terminalis. Es wurde seinerzeit in der Arbeit über das Geckogehirn, unter genauer Berücksichtigung der vorliegenden Literatur, auseinandergesetzt, warum für diesen Abschnitt der Hirnwand ein eigener Name notwendig ist und warum der Ausdruck Lamina terminalis für das ganze Gebilde nicht angewendet werden kann. Wir müssen diesbezüglich auf das dort Gesagte verweisen. An dieser Stelle wollen wir nur hervorheben, dass Lamina terminalis im Sinne der deskriptiven menschlichen Anatomie nur jenen Anteil der Paries terminalis repräsentiert, welcher basal von dem in der Paries terminalis zur Entwickelung gelangenden Torus transversus gelegen ist.

Im Bereich der Paries terminalis kommt es nämlich an einer circumskripten Stelle ziemlich frühzeitig zu einer Verdickung, ähnlich, wie am Geckogehirn. Diese Verdickung

soll auch hier wieder als Torus transversus bezeichnet werden. Derselbe stellt genau so wie am Reptiliengehirn eine unpaare, die Medianebene kreuzende Verdickung dar, welche lateralwärts ohne scharfe Grenze in die basale Region der Hemisphären übergeht. Er wurde am Säugergehirn bereits von Neumayer abgebildet und als Lobus olfactorius bezeichnet, von Grönberg Concrescentia primitiva ge-

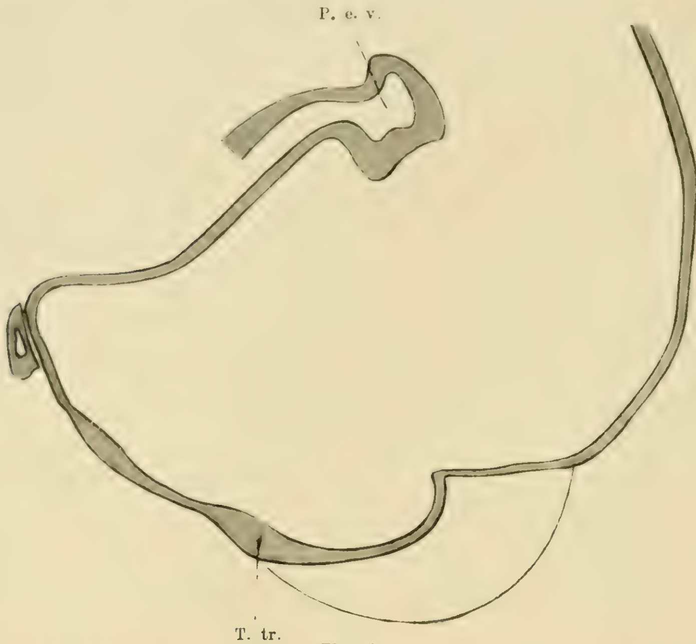


Fig. 3.

Sagittalschema des vorderen Endes des Hirnrohres bei Embryo IV. T. tr. Torus transversus. P. e. v. Plica encephali ventralis.

nannt. Wir halten den von uns hier verwendeten Namen für den richtigeren, schon mit Rücksicht auf das zukünftige Schicksal des Torus transversus und weiters deshalb, weil wir keine Beziehung dieses Hirnabschnittes zur Riechplakode nachweisen konnten. Ebensowenig konnten wir an dieser Stelle einen Vorgang beobachten, der den Namen Concrescentia rechtfertigen würde. Die lateralen Anteile dieses Torsus transversus

verdicken sich in der Zukunft immer mehr und mehr und stellen die Anlage der Corpora striata dar, ohne dass es dabei zu einem Continuitätsverlust im Bereiche der mittleren Partie des Torus kommen würde. Vielmehr konnten wir, geradeso wie beim Geckogehirn, beobachten, dass gerade diese Stelle einen Differenzierungsort des Commissurensystems darstellt.

Bevor wir auf die Entstehung der Commissuren eingehen,



Fig. 4.
Sagittalschema des vorderen Endes des Hirnrohres beim Embryo V. Bezeichnungen wie in Fig. 3.

ist es noch notwendig, die topische Umlagerung der ganzen Paries terminalis im Laufe der Ontogenese zu beschreiben. Es sei gleich vorausgeschickt, dass sie sich genau so vollzieht wie am Geckogehirn.

Als ein genauer Massstab dieser Umlagerung kann wohl die Änderung der Verlaufsrichtung des Torus transversus dienen. Die Betrachtung der beifolgenden Schemata lehrt, dass bei gleichmässiger Einstellung der Gehirne in jener Art, wie wir es schon

beschrieben haben (S. 128), der Torus transversus im vierten Stadium mit seiner Längsachse beiläufig horizontal gerichtet ist (s. Textfig. 3), während im darauffolgenden Stadium (s. Textfig. 4) der Torus transversus mit seinem der Decke des Telencephalon impar zugekehrten Ende sich bereits erhoben hat, so dass die Längsachse von oben nach hinten gerichtet ist. Vergleicht man damit die Stellung des Torus transversus im letzten Stadium (s. Textfig. 5), so zeigt sich

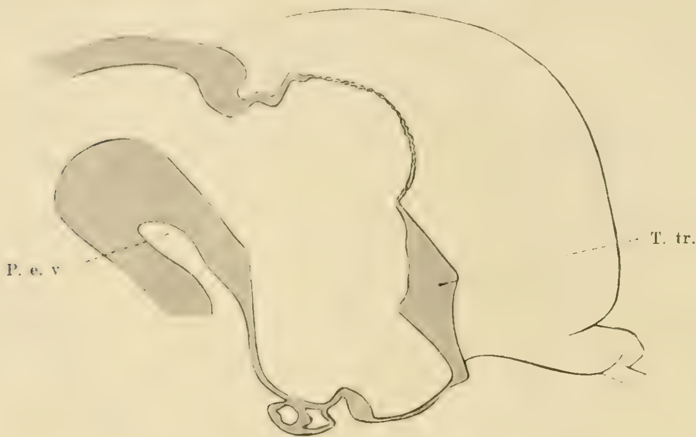


Fig. 5.
Sagittalschema des vorderen Endes des Hirnrohres beim Embryo VI. Bezeichnung wie in Fig. 3.

das mit der Decke im Zusammenhang stehende Ende nach hinten abgewichen, so dass nun der Torus transversus schief von hinten oben nach vorne unten eingestellt ist. Das heisst also, der Torus transversus hat sich gleichsam um den Hohlraum des Telencephalon impar herum von unten nach oben gedreht. Wie schon erwähnt, handelt es sich hier allem Anschein nach um eine prinzipiell wichtige Verlagerung, da wir sie ja auch am Geckogehirn nachweisen konnten.

Innerhalb des Torus transversus entwickeln sich die am Tarsiusgehirn vorhandenen Commissuren des Telencephalon, und nur diese sollen hier zusammenfassend besprochen werden.

Bezüglich der Entwickelung der Commissura habenularis, posterior etc. können wir wohl auf das in der Stadienbeschreibung Angeführte verweisen. Die beiden telencephalen Commissuren sind die Commissura anterior und die Palliumcommissur oder der Balken. Von einer Commissura pallii posterior haben wir auch nicht die Spur nachweisen können, wie dies ja eigentlich voraus-

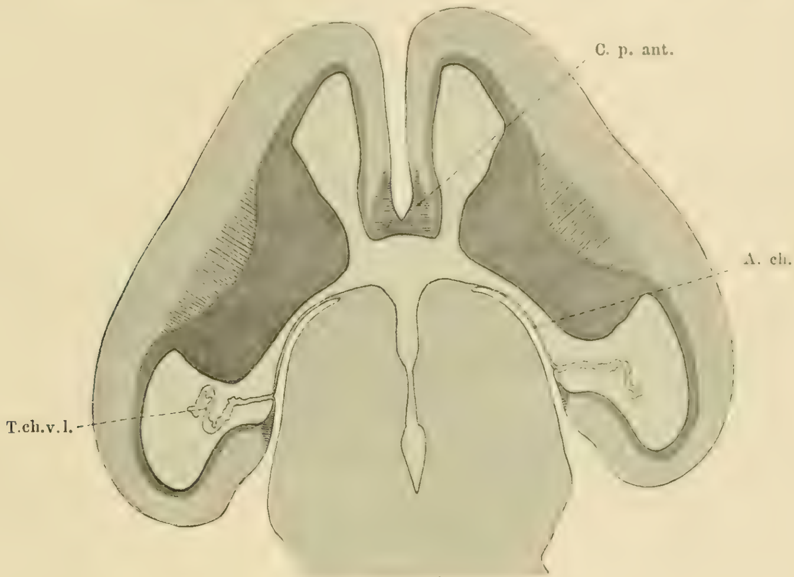


Fig. 6.

Querschnitt durch das Gehirn von Embryo VI. C. p. ant. Commissura pallii anterior. T. ch. v. l. Tela chorioidea ventric. lateralis. A. ch. Area chorioidea.

zusetzen war. Bezüglich der Entwickelungszeit der beiden Commissuren sei im allgemeinen hervorgehoben, dass sie sehr spät anzusetzen ist. So zeigt erst das fünfte Stadium lateral im Bereich des Corpus striatum eine Aufhellung, welche, wie bereits hervorgehoben, als erste Andeutung der Commissura anterior aufgefasst werden kann. Die Medianebene traversierende Fasern oder deren Anlagen sind in diesem Stadium überhaupt nicht vorhanden, so dass wir eigentlich nur die Entwickelung

des Commissurensystems in dem sechsten Stadium allein zu beobachten imstande waren.

Es kann hier nicht der Ort sein, zu den bis zum heutigen Tage noch divergierenden Ansichten bezüglich der Phylogenese und Ontogenese der telencephalen Commissuren nach irgend einer Richtung Stellung zu nehmen. Aus unseren Beobachtungen geht nur hervor, dass die Commissura anterior als die

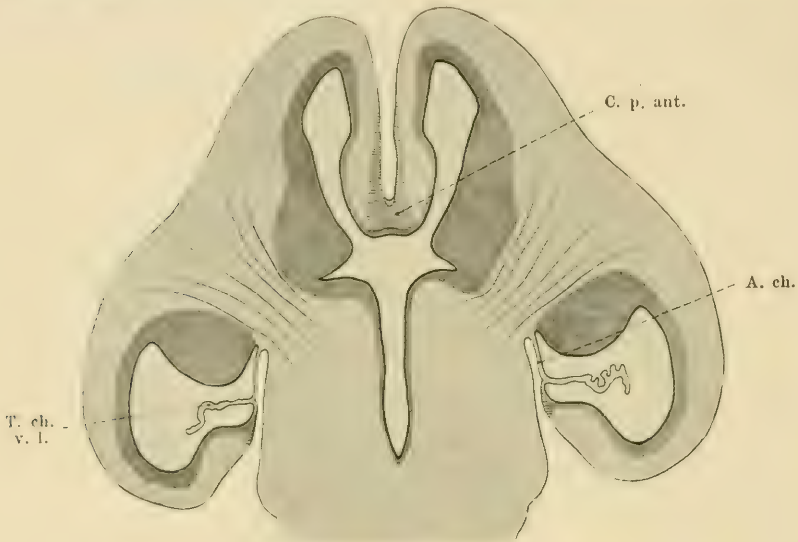


Fig. 7.
Derselbe Embryo wie in Fig. 6.

ontogenetisch ältere zu bezeichnen ist, und dass die beiden Commissuren, Balken und Commissura anterior zunächst in ihren seitlichen Anteilen manifest werden und schliesslich in der Mittelebene nachzuweisen sind. Die histogenetischen Vorgänge dabei sind an dem geringen Material, das uns zur Verfügung stand, selbstverständlich nicht feststellbar und sollen daher hier vollkommen übergangen werden. Nur soviel können wir wohl sagen, dass wir eine den Faseraustausch der beiden Hemisphären gleichsam vorbereitende und vermittelnde sekun-

däre Verwachsungszone an der medialen Hemisphärenwand nicht entstehen sehen konnten; oder richtiger gesagt, dass wir in unseren Schnitten kein Bild fanden, aus welchem wir auf einen solchen Vorgang schliessen konnten (Textbilder 6, 7, 8). Innerhalb des Areales des Torus transversus entwickelt sich, genau so wie beim Gecko, basal die Commissura anterior, dorsal die Commissura pall. anterior, zunächst durch eine relativ grosse

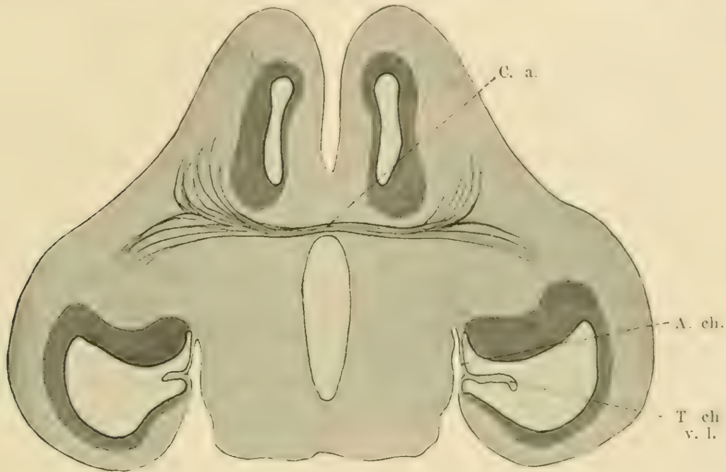


Fig 8.
Derselbe Embryo wie in Fig. 6. C. a. Commissura anterior.

Distanz geschieden; doch wird diese, wie die Betrachtung der Fasern des erwachsenen Tarsiusgehirns lehrt, schliesslich immer kleiner und kleiner. Auch die Frage, ob die Vergrösserung des Balkens durch die Apposition von Fasern an sein hinteres Ende stattfindet, oder ob neue Fasern intercaliert werden und so das Balkenwachstum hervorrufen, konnte von uns nicht beantwortet werden. Was wir als prinzipiell bedeutungsvoll betrachten, ist die Tatsache, dass sich das gesamte Commissurensystem des Telencephalon im Bereiche des Torus transversus entwickelt.

Literatur-Verzeichnis.

1. Grönberg, Die Ontogenese eines niederen Säugergehirns etc. Zoolog. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontog. d. Tiere. Bd. 15.
2. Hochstetter, Über die Entwickelung der Plexus chorioid. der Seitenkammern des menschlichen Gehirns. Anatom. Anz. 45. Bd. Nr. 10/11.
3. — Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Gehirns. Stuttgart (Erwin Nägele) 1898.
4. Keibel, Normentafel z. Entwickelungsgeschichte d. Wirbeltiere. Heft VII von A. A. W. Hubrecht u. F. Keibel.
5. Tandler, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Vertebratengehirns. I. Entwickelung des Geckogehirns von Tandler und Kantor. Anat. Hefte. Bd. 33. H. 101.
6. Ziehen, Über den Bau des Gehirns bei den Halbaffen und bei Galeopithecus. Anat. Anz. Bd. 22. Nr. 24.
7. Zuckerkandl, Zur Entwickelung d. Balkens u. d. Gewölbes. Sitzungsber. d. kais Akad. d. Wiss. in Wien. Bd. 110.

Figurenerklärung.

Figg. 1 und 2. Modell zu Stadium I im Profil und Medianschnitt. Figur 100fache Vergr. (Modell 200fache Vergr.) des Gehirns.

Figg. 3 und 4. Modell zu Stadium II im Profil und Medianschnitt. Figur 40fache Vergr. (Modell 100fache Vergr.) des Gehirns.

Figg. 5 und 6. Modell zu Stadium III im Profil und Medianschnitt. Figur 25fache Vergr. (Modell $66^{2}/_{3}$fache Vergr.) des Gehirns.

Figg. 7 und 8. Modell zu Stadium IV im Profil und Medianschnitt. Figur 20fache Vergr. (Modell 50fache Vergr.) des Gehirns.

Figg. 9 und 10. Modell zu Stadium V im Profil und Medianschnitt. Figur 15fache Vergr. (Modell 41,8fache Vergr.) des Gehirns.

Figg. 11 und 12. Modell zu Stadium VI im Profil und Medianschnitt. Figur 15fache Vergr. (Modell $33^{1}/_{3}$fache Vergr.) des Gehirns.

Für alle Figuren gültige Bezeichnungen.

Ab. = Augenblase.
B. = Brücke.
C. = Cerebellum.
C. c. m. sp. = Canalis centr. med. spin.
Ch. = Chiasma.
C. str. = Corpus striatum.
D. = Diencephalon.
D. M. = Diverticulum mesencephali.
E. = Epiphysis cerebri.
Ec. = Ectoderm.
F. M. (pr.) = Foramen Monroi (primarium).
I. = Infundibularhirn (Infundibulum)
L. o. = Lobus olfactorius.
M. = Mesencephalon.
N. = Neuromeren.

N. a. = Neuroporus anterior.
O. = Opticus (-hirn).
Ol. = Olfactorius.
P. = Paraphysis.
Pl. ch. v. III. (IV.) = Plexus chorioid. ventric. III. (IV.)
Pl. v. e. = Plica ventralis encephali.
Pr. p. o. = Prominentia postoptica.
Pr. pr. o. = Prominentia praeoptica.
R. H. = Rachenhypophyse.
R. h. th. = Regio hypothalamica.
Rh. = Rhombencephalon.
R. l. v. IV. = Recessus lateralis ventr. IV.
R. o. = Recessus opticus.
S. h. = Sulcus hemisphaericus.
Sch. = Schnittrand der Lamina tectoria.
S. M. = Sulcus Monroi.
S. m. rh. = Sulcus mesorhombencephalicus.
S. d. m. = Sulcus diamesencephalicus.
S. p. m. = Sulcus prosenmesencephalicus.
S. t. = Sulcus tegmenti.
S. t. d. = Sulcus telodiencephalicus.
v. Sk. = Vordere Scheitelkrümmung.
h. Sk. = Hintere Scheitelkrümmung.
T. = Telencephalon.
Th. (o.) = Thalamus (opticus)
Tbc. p. = Tuberculum posticum.
T. tr. = Torus transversus.
V. tr. = Velum transversum.
V. IV. = Ventriculus quartus.

Aus dem anatomischen Institut zu Giessen.

DIE VERBREITUNG DER SINUSHAARE BEI DEN SÄUGERN UND DIE SINUSHAARRESTE BEIM MENSCHEN.

VON

B. HENNEBERG,
GIESSEN.

(Zusammenfassung am Schluss).

Schon öfters ist die Frage aufgeworfen worden, ob nicht auch beim Menschen die bei den Säugern stets vorhandenen Sinushaare oder entsprechende Reste jener Bildungen zu finden seien. Einige Beobachtungen, die ich im Laufe der Jahre gemacht habe, veranlassten mich, dieser Frage näher zu treten. Um hierbei zu einem Urteile gelangen zu können, ist es notwendig, das Vorkommen von Sinushaaren und die Art ihres Auftretens bei den Säugern, speziell den Affen und Halbaffen, zu kennen. Ich werde daher einen Überblick über diese Materie geben und daran anknüpfend die Erscheinungen beim Menschen, die hier in Betracht kommen, erörtern.

Charakteristisch für Sinushaare ist bekanntlich das Vorhandensein von Bluträumen zwischen der Lamina externa und interna des bindegewebigen Haarbalges. Bei manchen Tieren kommt es dabei zur Ausbildung eines glattwandigen, das Haar umgebenden Ringsinus. Ein reichliches Nervengeflecht, das jenen umspinnt, beweist, dass wir es hier mit fein differenzierten Tastorganen zu tun haben.

Der Erkenntnis ihrer Funktion durch ihren anatomischen Bau ist ihre Benennung als Tast- oder Spürhaare oder -Borsten vorausgegangen. Wegen ihrer morphologisch merkwürdigsten Eigenschaft hat man sie dann später Sinushaare genannt. Frédéric bezeichnet sie als Pili sinuosi. Schwalbe braucht für die makroskopische Untersuchung den Ausdruck

Vibrissae als eine neutrale für Borsten mit oder ohne Sinus (1911, S. 114). Die naheliegende Bezeichnung Vibrissae sinuosae ist nicht verwendbar, da es auch sehr kleine feine Härchen gibt, die nicht als Vibrissae bezeichnet werden können, und die sich bei mikroskopischer Untersuchung als mit einem Blutsinus ausgestattet erweisen, wie dies Frédéric an den Lippenhaaren verschiedener Affen nachgewiesen hat. Im Gegensatz zu den Pili sinuosi nennt Frédéric die gewöhnlichen Haare Pili asinuosi, bei Friedenthal heissen letztere Fellhaare.

Sinushaare finden sich bei den Vertretern der verschiedensten Familien, und zwar an mehreren Körperstellen. Sie werden beobachtet im Gesicht, im Unterkieferwinkel, an den Extremitäten und an der Ventralseite des Rumpfes. Wir sehen dabei ab von dem Verhalten der Sinushaare beim Blindmoll (Heterocephalus), der eine Ausnahmestellung einnimmt. Bei Friedenthal (1908, Taf. 9) zeigt die Abbildung, dass bei diesem im übrigen nacktesten aller Landsäugetiere Sinushaare in grosser Anzahl vorhanden sind. Ausser den auch sonst vorhandenen Sinushaaren im Gesicht finden sich beim Blindmoll solche an der Seite des Halses, am Rücken, Bauch, Schwanz, an Vorder- und Hinterfüssen, und zwar an den letzteren in grosser Menge. — Eine isolierte Erscheinung stellt auch das Vorkommen von Sinushaaren an der Hand bei Talpa vor. Merkel hat bereits im Jahre 1880 auf diese Tatsache hingewiesen. Eine nähere Beschreibung gibt Kazzander (1909). Danach findet sich bei Talpa europaea in beiden Geschlechtern längs des proximalen Randes der Hand ein Halbkranz von Haaren, die in mehreren dicht gedrängten Reihen stehen und von dem behaarten Vorderarm durch eine breite haarlose Zwischenstrecke geschieden sind. Jene Haare sind zum Teil Sinushaare, zum Teil gewöhnliche Haare. Wohl mit Recht nimmt Kazzander an, dass diese Haare zur Funktion der Hände beim Graben in Beziehung stehen. Ein ähnlicher

Haarapparat an den Fussrändern des Maulwurfs entbehrt dagegen der Sinushaare (1910, S. 4).

Jede der oben genannten Sinushaargruppen soll einzeln betrachtet werden, wobei einiges über ihr Verhalten bei den Säugern angeführt wird, und dann soll erörtert werden, ob beim Menschen Andeutungen von ihrem ehemaligen Vorkommen zu beobachten sind.

Dass die Sinushaare eine Sonderstellung vor den einfachen Haaren einnehmen, geht, abgesehen von anderem, auch daraus hervor, dass sie in Fällen gänzlichen oder fast gänzlichen Haarmangels erhalten bleiben. Genannt wurde schon Heterocephalus. „Vollständiger Haarmangel ist nur von Beluga und Monodon bekannt: alle übrigen denticeten Cetaceen haben wenigstens bis zur Zeit der Geburt vereinzelte Haare längs dem Oberkiefer, die nach dem Typus von Sinushaaren gebaut sind“ (Weber, S. 13). Beim nackten Hunde sind die Sinushaare erhalten. Auch dort, wo der Haarmangel als Missbildung auftritt, bleiben die Sinushaare bestehen. So zeigte eine im Tiergarten zu Berlin 1908 gefangene Wanderratte mit fast haarloser, stark gefalteter, also pathologisch veränderter Haut Sinushaare (Friedenthal, 1911, Taf. 11 u. 12). Auch waren diese an der Schnauze und Handwurzel eines im übrigen haarlosen Maulwurfs vorhanden, wie dies Furlotti beschreibt. Ein ebensolches Exemplar der Wanderratte (Mus decumanus nudo-plicatus) hat Beddard demonstriert, jedoch nicht erwähnt, ob die Sinushaare erhalten waren.

Die Sinushaare treten entweder einzeln oder in kleinen Gruppen, in Reihen, Gruppen von Reihen oder in Fluren auf. Mit letzterem Namen möchte ich das massenhafte Auftreten von ungeordnet oder scheinbar ungeordnet eingepflanzten Sinushaaren bezeichnen. Die einzelnen und die in kleinen Gruppen angeordneten Sinushaare stehen meist auf kleinen rundlichen Erhebungen oder Hügeln. Haacke erwähnt diese Tatsache

kurz und nennt jene Gebilde Warzen, ein Terminus, den ich nicht anwenden möchte, da die Dermatologie diese Bezeichnung für ein bestimmtes pathologisches Gebilde verwendet, und da auch diese Bezeichnung, wenn es sich um grössere flache Hügel handelt, nicht passend erscheint. Ich werde daher diese Gebilde Tasthaarhügel nennen. Schwalbe, der jene Erscheinung ebenfalls berücksichtigt, spricht von Polstern, und dieser Terminus scheint mir für die grösseren flachen Erhebungen, die eine grössere Gruppe von Sinushaaren tragen, zweckmässig zu sein. Auf den Hügeln und Polstern befindet sich jedesmal eine fast konstante Zahl von Sinushaaren, die oft in bestimmter Stellung zueinander stehen. Jene Verdickungen werden hervorgerufen einmal durch die voluminöse Wurzelscheide und sodann auch durch Vermehrung des Bindegewebes der Kutis. Den Tasthaarhügel könnte man als Colliculus pilifer, das Tasthaarpolster als Pulvinar piliferum bezeichnen.

Berücksichtigt man die eben gemachten Angaben, so würde man bei der Suche nach Sinushaarresten beim Menschen darauf zu achten haben, ob sich etwa an den von den Säugern her bekannten Stellen stärkere Haare, die rückgebildete Sinushaare vorstellen könnten, oder hügelartige Bildungen, also Gebilde, die in der Dermatologie als Nävi bezeichnet werden, als Reste der Sinushaarhügel finden.

1. Sinushaare des Kopfes.

Am Kopf der Säugetiere finden sich Sinushaare in Einzelstellung, in Gruppen auf Polstern, in Reihen und Fluren. Nach ihrem Standort unterscheidet Maurer dieselben als Pili supraorbitales, infraorbitales, zygomatici, angulares, labiales superiores, labiales inferiores, submentales. Dazu kommen noch die von Frédéric (S. 251) und von Schwalbe (1911,

S. 114) seitlich auf dem Nasenrücken bei einigen Species von Macacus und Semnopithecus und Cercopithecus gefundene Sinushaargruppe, die Schwalbe als die der Area nasalis bezeichnet.

Haacke (1890, S. 175) scheint der erste zu sein, der Untersuchungen über das Vorkommen der Sinushaare angestellt hat. Dieser Autor beschränkt sich jedoch darauf, lediglich makroskopisch das Vorkommen bestimmter Borsten am Kopf des lebenden Tieres zu konstatieren. So hat er auch nicht die Natur jener Borsten als Sinushaare festgestellt. Es sind auch nur die in Büscheln auf den Wangen stehenden Sinushaare, die für ihn von Interesse sind. „Bei vielen Tieren stehen diese Büschel auf Warzen, bei anderen auf hellen Flecken. Die Büschel können mehr oder weniger ausgedehnt, mitunter nur durch ein einzelnes Haar gebildet sein" (S. 183). Haacke sucht nachzuweisen, dass sie für die Systematik von Bedeutung sind. Die supraorbitalen und labialen Sinushaare fallen nicht in das Bereich seiner Untersuchung. Haacke unterscheidet auf den Wangen ein oberes, mittleres und unteres Büschel und im Unterkieferwinkel ein Unterkinnbüschel. Er stellte folgendes fest. Sämtliche Büschel fehlen bei den Affen, Ursidae, Meles taxus, Phoca vitulina, Cynonycterus collaris, Equus, einem Teil der Bovidae, Camelidae. — Nur ein Unterkinnbüschel haben Tapirus americanus, viele Cervidae, Sus scrofa. — Wangenbüschel und Unterkinnbüschel besitzen die Canidae, Hyaenidae, Procyonidae, Mustelidae, Viverridae, ein Teil der Bovidae, Cervulus muntjac, Dama vulgaris, Tragulus Dicotyles tajacu, Hyrax abyssinicus, Lemures, Rodentia, Centetes, Dasypus, Marsupialia. — Wangenbüschel ohne Unterkinnbüschel zeigen die Felidae.

Maurer bildet Schemata von Säugerköpfen in der Seitenansicht ab, die das verschiedene Verhalten der Sinushaare bei verschiedenen Vertretern der Marsupialier, der Edentata, In-

sectivora, Rodentia, Carnivora, Ruminantia, Artiodactyla, Prosimiae und Simiae zeigen. Bei Ornithorhynchus und Echidna hat er sie vergeblich gesucht.

Für unsere Frage erübrigt es sich, näher auf das Vorkommen der Sinushaare bei den übrigen Säugern einzugehen. Dagegen hat es für uns Interesse zu erfahren, wie sich die Sinushaare bei Affen und Halbaffen verhalten. Glücklicherweise liegen hier auch etwas eingehendere Untersuchungen vor, und zwar von Frédéric und Schwalbe. Auch die Figuren und kurzen Angaben, die Friedenthal in seinen Atlanten gibt, kommen uns dabei zustatten.

Frédéric (1905) untersuchte verschiedene Species von den Cercopithecidae, Cebidae und Hapalidae und stellte folgendes fest. Vertreter der Gattungen Cercopithecus, Cercocebus, Macacus, Cynocephalus — von Mycetes und Cebus (nicht aber Cebus fatuellus, der keine supraorbitalen Sinushaare besitzt) — und Hapalae jacchus zeigen oberhalb des Margo supraorbitalis in ganzer Ausdehnung desselben oder in einzelnen Fällen nur über dem medialen Abschnitt desselben (so Macacus rhesus, cynomolgus und speciosus [S. 256] sowie Hapale jacchus) Sinushaare. Meistens lassen sich diese, die nur selten in deutlichen Reihen angeordnet sind, an ihrer Länge, Dicke und Farbe erkennen. Doch sind zuweilen die Unterschiede zwischen ihnen und den asinuösen Stirnhaaren recht geringfügig (S. 250). Schwalbe betont, dass die von ihm untersuchten Macacus cynomolgus und fuscatus und Semnopithecus maurus supraorbitale Sinushaare nur über dem medialen Teil der Orbita zeigen. — An der Ober- und Unterlippe sämtlicher von Frédéric untersuchter Affen fanden sich zahlreiche, seltener vereinzelte grössere Sinushaare (S. 251 u. 252) und ausserdem parallel den Lippenrändern 3—4 dicht zusammengedrängte Längsreihen von farblosen kleinen, makroskopisch nicht als solche erkennbaren Sinushärchen (S. 254). Bei einigen

Species von Macacus und Cercopithecus fand er einige kleinere Sinushaare seitlich auf dem Nasenrücken (S. 251), ein Befund, den Schwalbe auch für Semnopithecus erhob. — Hier ist auch die Angabe Friedenthals (1911), die er von Cebus capucinus macht, zu erwähnen. Die Abbildung zeigt die Stellung der Sinushaare über dem Auge auf einer warzenförmigen Hauterhebung. Wir möchten dieses Gebilde, das, nach der Abbildung zu urteilen, mehr ein flaches Polster, auf dem 9 Sinushaare stehen, vorstellt, auch als solches bezeichnen. Von Erythrocebus patas zeigt die Abbildung (Taf. 8) einen dichten Kranz langer Sinushaare in der Augenbrauengegend. Weiter zeigen Abbildungen bei Friedenthal (1908, Taf. 18) bei Pithecia satanas starke Sinushaare um die Mundöffnung und bei Vetulus silenus Sinushaare an der Oberlippe.

Eingehender sollen die Angaben über das Vorkommen von Sinushaaren bei den Anthropoiden referiert werden. Frédéric (S. 249) fand bei einem erwachsenen Orang-Utan über der medialen Hälfte des Margo supraorbitalis bis zur Medianlinie schwarze, mässig kräftige, nach vorn und oben gerichtete, bis 2 cm lange Haare. Sie sind regellos angeordnet und bilden keine Reihen. Dass dies Tasthaare sind, geht aus Frédérics Bemerkung S. 264 hervor: „Auch bei den Orang-Embryonen reichen die Anlagen der supraorbitalen Tasthaare nicht ganz bis zur Medianlinie." — Bei zwei männlichen Orang-Embryonen von 4,5 und 5,5 cm Lambda-Steisslänge konstatierte Frédéric über der medialen Hälfte des Margo supraorbitalis drei Reihen von Haaranlagen. Bei einem 9,5 cm langen Embryo sind die Supraorbitalhaare nicht von den Stirnhaaren zu unterscheiden. Bei drei Orang-Embryonen 5,6 cm, 7,5 cm, 11,5 cm Scheitelsteisslänge fand Schwalbe (S. 95) noch keine Haaranlagen. Bei einem weiblichen Embryo (S. 93) von 17,5 cm und 17,7 cm Scheitelsteisslänge liessen sich schon makroskopisch durch Länge, Dicke und Reihenstellung ausgezeichnete

Supercilien nicht von den Stirnhaaren unterscheiden. Friedenthal (1908, II, Taf. 20, Fig. 3 [nicht Fig. 4]) bildet den Kopf eines einjährigen Orangs (spec.?) ab, der das Fehlen der Augenbrauen zeigt. Über die Lippenhaare des Orangs macht Frédéric folgende Angaben (S. 249). Beide Lippen sind dicht besetzt mit abstehenden, teil farblosen, teils hellbraunen, bis 1,5 cm langen, nicht kräftigen Haaren (S. 251), die sehr wenig das Aussehen von Spürhaaren haben. Dazwischen sind feinste, 1 bis 3 mm lange, farblose Flaumhärchen ausgestreut. Parallel dem Lippenrande sind die Follikel in 3 bis 4 Längsreihen angeordnet, sonst aber keine Reihenstellung. Die weitere Untersuchung ergab, dass die überwiegende Mehrzahl der Lippenhaare sich als Übergangsformen zwischen sinuösen und asinuösen Haaren erwies, während echte Sinushaare nur spärlich vorhanden waren (S. 255). Unter Übergangsformen versteht Frédéric solche Haare, welche einen dicken bindegewebigen Balg haben, wie er echten Sinushaaren zukommt, denen aber cavernöse Hohlräume fehlen. An zwei hierfür in Betracht kommenden Orang-Embryonen fand Frédéric nur an der Oberlippe eines derselben die Haaranlagen zum Teil in Längsreihen angeordnet, während solche sonst nirgends erkennbar waren (S. 262). Die Sinushaaranlagen stehen hier vielmehr sehr dicht und diffus zerstreut. Bemerkt sei, dass Frédéric hier direkt von Sinushaaren spricht. Sämtliche aus den Sinushaaranlagen entstehenden Haare sind nur wenig kräftig und ein grösserer Teil jener entwickelt sich nur rudimentär zu Übergangsformen (S. 265). Schwalbe hebt von dem 17,7 cm langen Orang-Embryo hervor, dass sich besonders stärkere Sinushaare an Ober- und Unterlippe makroskopisch nicht unterscheiden liessen (S. 97). Da dies auch für die supraorbitalen Tasthaare gilt, so nähert sich nach Schwalbe der Orang in dieser Beziehung den menschlichen Verhältnissen. Friedenthals junger Orang (1908, II, Taf. 20, Fig. 3 [nicht 4!]) zeigt

um den Mund herum helle, einzelstehende Haare. Der Autor bemerkt dazu, dass die Sinushaare denen der Ostaffen ähneln.

Von einem Troglodytes niger juv. ♂ gibt Frédéric an, dass die Pili supraorbitales 1 bis $1^1/_2$ cm lange, hellbraune, abstehende, nach lateral und oben gerichtete Borsten vorstellen, die auf dem stark prominenten Arcus supraorbitalis stehen, sich bis zur Medianlinie erstrecken und zum Teil in Reihen angeordnet sind (S. 249 u. 250). Bei Friedenthal (1908, I, Taf. 3) zeigt die Abbildung eines dreijährigen Antropopithecus eine Reihe starker einzelstehender Sinushaare an Stelle der Augenbrauen. Ein halbwüchsiger Anthropopithecus calvus (Friedenthal, 1908, II, Taf. 20, Fig. 4 [nicht 3]) zeigt über dem Margo supraorbitalis eine Anzahl schwarzer einzelner Borsten, die lateral in einer Reihe, medial unregelmässig und dichter stehen. An der Oberlippe seines Schimpansen fand Frédéric auf dem lateralen Abschnitte $^3/_4$ bis $1^1/_4$ cm lange, braune, borstige Sinushaare, die in der Mitte der Lippe fehlen (249 u. 251). Am Oberlippenrand entlang entspringen 4 bis 5 mm lange, mässig kräftige, farblose, nach unten gerichtete Härchen, die erst durch die mikroskopische Untersuchung sich als Sinushaare erweisen. Die Unterlippe ist mit abstehenden, mässig kräftigen, farblosen, 3 bis 10 mm langen Haaren besetzt. Dazwischen stehen ganz vereinzelte kräftigere, 1 cm lange, braune Haare vom Typus der Tasthaare (S. 252), besonders in der Nähe der unteren Lippengrenze. Parallel dem Lippenrande entspringen 2 mm lange, nach oben gerichtete, farblose Härchen, deren Follikel in 2 bis 3 Längsreihen angeordnet sind. Sie stellen wie die an der Oberlippe Sinushaare vor (S. 249, 252, 255). Bei Friedenthal (1908, I, Taf. 3) zeigt die Umgebung des Mundes eines dreijährigen Schimpansen zahlreiche borstenartige, schwarze und weisse Sinushaare. Der erwähnte halbwüchsige Anthropopithecus calvus zeigt um die Schnauze einzelstehende borstige Sinushaare.

Über Gorilla gorilla finde ich nur bei Friedenthal (1911, Taf. 1) eine Abbildung, die die Spürhaare über dem Auge und um den Mund zeigt.

Ausgiebiger sind wieder die Angaben über Hylobates. Nach Frédéric (S. 248) stellen die Pili sinuosi supraorbitales bei einem erwachsenen Exemplar von Hylobates lar ♀ borstige, schwarzbraune, bis 3 cm lange, nach lateral und oben gerichtete Haare vor, die recht dicht stehen, keine Reihen bilden und bis zur Medianlinie reichen, wo sie mit dem anderseitigen zusammenstossen. Bei Embryonen verschiedener Hylobatesspecies zeigt es sich jedoch, dass diese Sinushaare sich in der medialen Hälfte des Margo supraorbitalis in 5 dicht zusammengedrängten, in der lateralen Hälfte in einer Reihe anlegen. Ihrer Richtung nach zerfallen diese Tasthaare, wie zwei Embryonen von Hylobates syndactylus (S. 261) zeigen, in zwei Abschnitte, einen kürzeren medialen, in dem die Haare nach oben, und einen längeren lateralen, in dem die Haare nach unten und lateral gerichtet sind. Bei dem einen Embryo ist die Grenze sehr scharf und bildet eine Kante. Denselben Befund erhebt Schwalbe (S. 87). Bei Friedenthal (1908, I, Taf. 6) sind die langen supraorbitalen Tasthaare bei einem annähernd reifen Hylobatesfetus dargestellt, doch lässt sich über ihre Anordnung in Reihen nichts erkennen. Schwalbe fand bei einem Embryo von Hylobates spec. auf dem Supraorbitalwulst 3 bis 4 Reihen schwarzer, 1,7 cm langer Supraorbitalhaare, die wie ein Schleier über den oberen Teil des Gesichtes herabhingen (S. 75). Die primäre Stellung der Supraorbitalhaare ist fächerförmig, aufwärts gerichtet, erst sekundär senken sie sich schleierartig herab (S. 94). An der Oberlippe bilden die Sinushaaranlagen nach Frédéric (S. 264) beim Hylobates-Embryo etwa 8 Reihen, von denen die vier oberen medianwärts konvergieren und von grossen borstigen Haaren gebildet werden, während die unteren parallel dem Lippenrande

verlaufen und aus kleinen dünnen Härchen bestehen. Bei dem einen untersuchten erwachsenen Exemplar von Hylobates lar (S. 249) war keine Reihenbildung erkennbar. An der Unterlippe ist die Reihenbildung der Sinushaare auch bei den Embryonen viel weniger deutlich als an der Oberlippe, da die Anlagen von Anfang an äusserst dicht stehen (S. 264). Im allgemeinen kann man 8 Reihen annehmen, von denen die oberen, dem Lippenrand parallel verlaufenden kleine Sinushärchen, die unteren geschlängelten grössere Sinushaare liefern. Bei dem erwachsenen Hylobates lar präsentierten sich die Sinushaare teils als 5 bis 7 mm lange, weisse dünne Härchen teils als kräftige, 1 bis 2 cm lange, schwarzbraune Haare. Erstere waren zahlreich, letztere vereinzelt. Eine im wesentlichen damit übereinstimmende Schilderung gibt Schwalbe (S. 75). Der bereits erwähnte Hylobatesfetus Friedenthals zeigt Reihen von Sinushaaren auf Ober- und Unterlippe.

Wir sehen also, dass sämtliche Anthropoiden Sinushaare besitzen. Beim Schimpansen und Hylobates sind brauenartig angeordnete Sinushaare über dem Margo supraorbitalis vorhanden und erstrecken sich über die ganze Ausdehnung desselben, wobei sich bei Hylobates eine Bevorzugung seiner medialen Hälfte zeigt. Auch lässt sich bei diesem Genus eine abweichende Haarstellung im medialen und lateralen Teil der Braue beobachten. Beim Orang dagegen finden sich überhaupt nur über der medialen Hälfte des Margo supraorbitalis unregelmässig angeordnete Sinushaare. — Was die Lippensinushaare betrifft, so sind diese beim Orang nur zum kleinen Teil in Längsreihen angeordnet. Es finden sich spärlich Sinushaare, die nur wenig kräftig sind, darunter zahlreiche Übergangsformen. Sowohl hierin wie im Verhalten der Supraorbitalsinushaare nähert sich also der Orang dem Menschen. Troglodytes besitzt um den Mund ziemlich zahlreich borstenartige und am Lippenrand kleine, makroskopisch als solche nicht

erkennbare Sinushaare. Hylobates zeigt gut ausgebildete Sinushaare auf Ober- und Unterlippe. — Aus dem Angeführten geht hervor, dass — abgesehen von den nasalen Sinushaaren — prinzipielle Unterschiede zwischen den Anthropoiden und den übrigen Affen in bezug auf Lokalisation und Anordnung der Sinushaare nicht vorhanden sind.

Nach jenen Angaben würden also die Affen keine Wangen- und Unterkinnsinushaare besitzen. Eine weitere Untersuchung Frédérics (1906) hat uns jedoch gelehrt, dass solche, wenn auch in beschränktem Masse, bei jenen auftreten. Eugen Fischer fand bei einem Mycetesembryo eine typische Wangenwarze mit Haaren und machte Frédéric hierauf aufmerksam. Dieser wies danach bei fünf daraufhin untersuchten Mycetesembryonen in drei Fällen Anlagen von Wangenspürhaaren nach. Ebenso konstatierte er bei einem Macacus- und einem Hylobatesembryo solche Anlagen. — Geradeso wie nach diesen Untersuchungen bei Mycetes, Macacus und Hylobates Sinushaare an der Wange zuweilen auftreten, ist es möglich, dass solche bei weiterer Nachforschung auch noch bei anderen Affen entdeckt werden, vielleicht auch noch bei den übrigen Anthropoiden. — Trotzdem kann man, wenn man die angeführten Beobachtungen berücksichtigt, Haacke (S. 177) recht geben, wenn er das Fehlen von Wangen- und Unterkinnsinushaaren als ein Zeichen von hoher Entwickelungsstufe ansieht.

Über die Prosimier verdanken wir Schwalbe einige Angaben über Vorkommen und Anordnung von Sinushaaren, der bei seinen Untersuchungen über die Richtung der Haare bei den Halbaffen hierüber Angaben macht. Seine Untersuchungen erstrecken sich auf die Sinushaare bei Galago agisymbanus, Lemur mongoz, Propithecus coronatus, Indris brevicaudatus und Tarsius tarsius. Danach besitzt Lemur mongoz (S. 216) eine supraorbitale Gruppe auf einem ziemlich scharf umschriebenen Polster oberhalb des medialen Augenwinkels, eine nasolabiale

Gruppe, gewöhnlich als Sinushaare der Oberlippe bezeichnet, auf einem breiten Polster, eine Wangengruppe mit fünf Sinushaaren auf einem eng begrenzten Polster und endlich Sinushaare an der Unterlippe, die keine abgegrenzte Gruppe bilden. Ebenso verhalten sich der genannte Propithecus und Indris, ähnlich der Galago. Tarsius tarsius zeigt nur zwei supraorbitale Sinushaare, die nicht auf einem gemeinsamen Polster, sondern jedes selbständig auf einem kleinen Hügel steht. Die zwei Wangensinushaare finden sich auf einem kleinen Polster. Die der Ober- und Unterlippe und der Seiten der Nase stehen ebenfalls nicht auf Polstern. Die submentale Gruppe fehlt den Halbaffen stets (S. 248). Bei Tarsius sind also die supraorbitalen und Wangensinushaare sehr spärlich vorhanden. Es zeigt sich, dass Tarsius auch in dieser Hinsicht nähere Beziehungen zu den Affen besitzt. Die Polster bei den Halbaffen heben sich häufig schon früh durch stärkere Pigmentierung von der umgebenden Haut ab. Sie sind offfenbar durch Verschmelzung der ursprünglichen Einzelerhebungen der Haut, welche jedem Sinushaar entsprechen, entstanden.

Fragen wir uns nun, ob im Gesicht des Menschen Erscheinungen zu beobachten sind, die mit den Sinushaaren des Säugetierkopfes in Beziehung gebracht werden können. Dabei ist zu berücksichtigen, dass eventuelle Verwandtschaft und Übereinstimmung im Bau noch nicht ein gleichartiges Verhalten in bezug auf die Sinushaare bedingen. Wir dürfen daher nicht von vorneherein die von den Affen geschilderten Verhältnisse als Ausgangszustand für den Menschen annehmen.

Dass in erster Linie bei unserer Frage Augenbrauen und Schnurrbart des Menschen in Betracht kommen, ist selbstverständlich. Folgende Möglichkeiten liegen betreffs der Deutung dieser vor.

Augenbrauen und Oberlippenbart könnten umgewandelte Sinushaare vorstellen. Dann hätte also beim Menschen, resp.

bei einer seiner Vorstufen ein Verhalten bestanden, wie es sich noch jetzt bei der Mehrzahl der Affen findet, bei denen über dem Supraorbitalrand mehr oder weniger zahlreiche Sinushaare brauenartig angeordnet und eine Flur von Sinushaaren an der Oberlippe gefunden werden. Diese Hypothese ist bereits öfters ausgesprochen worden, zuletzt von Frédéric, der dazu folgendes ausführt. Für jene Theorie zu sprechen scheint erstens die gleiche Lokalisation, sodann der Umstand, dass jene geradeso wie die Tasthaare der Affen von allen Haaren beim Embryo zuerst zum Vorschein kommen. Eine weitere Ähnlichkeit besteht in der besonders an den Supercilien wahrnehmbaren Reihenbildung, die bei den Sinushaaren bekanntlich oft sehr ausgesprochen ist. Man müsste also annehmen, dass sich die Sinushaare im Laufe der Zeit in gewöhnliche Borstenhaare umgewandelt haben. Der Nachweis, dass sich Sinushaare in gewöhnliche Haare umwandeln können, ist zwar nicht direkt erbracht. Die Möglichkeit ist jedoch zuzugeben. Dafür spricht die Beobachtung Frédérics (1905, S. 265) von dem Vorkommen von Übergangsformen, nämlich von solchen Haaren, welche einen dicken bindegewebigen Balg haben, wie er echten Sinushaaren zukommt, denen aber cavernöse Hohlräume fehlen (S. 255). Die Möglichkeit, dass die Reduktion des Haarbalges noch weiter fortschreitet, bis dass ein ursprünglich von einem Sinushaar abstammendes Haar sich von einem asinuösen in nichts mehr unterscheidet, ist theoretisch nicht zu bestreiten. Solche Übergangsformen fand Frédéric bei einigen von ihm untersuchten Affen, namentlich beim Orang, in der Nähe des Lippenrandes neben echten Sinushaaren. Die Annahme, dass man es hier mit rudimentären Sinushaarbälgen zu tun habe, scheint ihm gerechtfertigt, da er andererseits Sinushaare fand, deren Sinus sehr schmal, auf einen Spalt reduziert war. Derartige Übergangshaare beschreibt auch von den Säugern Botezat (S. 311). Sie zeichnen sich, abgesehen von ihrer

grösseren Stärke und besonders mächtig entwickelten äusseren Wurzelscheide, durch ihre Innervation aus, die jener der Sinushaare entspricht, da sie nämlich nach innen von der Glashaut Merkelsche Körperchen besitzen. Für die Annahme, dass die Lippenbarthaare des Menschen auf rückgebildete Sinushaare zurückzuführen seien, könnte man die Beobachtung von Szymonowicz anführen, der (S. 634) angibt, dass die starken Lippenhaare des Menschen in bezug auf die Art der Innervierung den sogenannten Übergangsformen der Säugetierhaare, die, wie gesagt wurde, zwischen den Sinushaaren und gewöhnlichen Haaren stehen, entsprächen.

Auf die grosse Ähnlichkeit der Wuchsform der Affensinushaare und der Terminalhaare in den Augenbrauen des Menschen macht Friedenthal (1908, II, S. 21) aufmerksam. Dieser Autor konnte jedoch niemals an solchen Haaren eine Sinusbildung auffinden. Auch Frédéric (1906) hat vergebens nach Sinushaaren beim Menschen gesucht. Trotzdem hält er es für wahrscheinlich, dass gelegentlich solche vorkommen. Man würde das Augenmerk besonders auf die vereinzelten dicken, langen, zuweilen geringelten, meist dunkleren Haare inmitten der Augenbrauen zu richten haben, die nicht bloss bei alten Männern, sondern auch bei jüngeren Individuen beobachtet werden. Auch einige von mir untersuchte borstenartige Haare aus den Augenbrauen von Seziersaalleichen zeigten keine Sinusbildung.

Möglich wäre es weiter, dass von den Augenbrauen nur der mediale Teil der Augenbrauen, der Kopf der Augenbraue, auf Sinushaare, die auf einem gemeinsamen Polster standen, zurückzuführen sei. Eine ähnliche Auffassung äussert Schwalbe (1911, S. 114). „Es ergibt sich ferner, dass die Stelle, an welcher die Pili supraorbitalis auftreten, stets dem medialen Gebiet des supraorbitalen Bogens entsprechen (Tafelfig. 2 von Macacus cynomolgus, Tafelfig. 32 von Macacus fus-

catus, Tafelfig. 33 von Semnopithecus maurus), also derselben Stelle, an welcher bei den Halbaffen (vgl. Schwalbe, 1910, Tafelfig. 11 Lemur, Tafelfig. 23 Propithecus, Tafelfig. 33 Tarsius) die mit Vibrissae ausgestatteten supraorbitalen Polster sich finden. Es ist zu vermuten, dass, wenn überhaupt im Augenbrauengebiete des Menschen Sinushaare noch zu finden sind, sie in diesem medialen Gebiet erhalten bleiben. Es entspricht dies beim menschlichen Embryo der Stelle, wo bei ihm überhaupt die ersten Haaranlagen auftreten, es bleibt also Hoffnung vorhanden, hier eventuell noch rudimentäre Sinushaare zu finden. Am mächtigsten entwickelt sind die supraorbitalen Vibrisse beim Gibbon; sie haben sich hier (Tafelfig. 54) über das ganze supraorbitale Gebiet ausgedehnt. Dass die Sinushaare ausser beim Gibbon bei den Affen nur im medialen Teil der Augenbraue auftreten sollen, wie Schwalbe sagt, ist, wie die Untersuchungen Frédérics zeigen, nicht allgemein gültig. Bevorzugt wird jene Gegend bei den Affen jedoch sicher. — Dass sich übrigens beim Menschen der mediale Abschnitt der Braue, was die Haarstellung anbetrifft, anders verhalten kann als der grössere laterale, beobachtet man nicht selten. H. Virchow (S. 402) sagt darüber: „Während die Haare im grössten Teil der Braue seitwärts gerichtet sind und von oben und unten konvergieren, so stehen sie im Brauenkopfe in vielen Fällen divergierend, so dass sie einen Wirbel bilden.“ Es soll dies auf der linken Seite häufiger sein als auf der rechten.

An eine Beziehung zwischen dem medialen Teil der Brauen und Sinushaare hat wohl auch Klaatsch (S. 441) gedacht, wenn er beim Menschen die Ausbildung des Arcus superciliaris, in dessen Bereich sich der Brauenkopf noch erstreckt, mit den Sinushaarbüscheln niederer Formen in Zusammenhang bringt. Am Australierschädel zeigt nach seiner Beobachtung der mediale Teil des Überaugenwulstes vielfach auf seiner Oberfläche dicht gedrängte Gefässlöcher.

Die zweite Möglichkeit wäre die, dass Augenbrauen und Schnurrbart des Menschen mit Sinushaaren nichts zu tun hätten, sondern nur stärker ausgebildete Fellhaare vorstellten, und dass die Reste der Sinushaare resp. ihrer Polster in den in gleicher Weise lokalisierten borstentragenden Nävi des Gesichts zu finden wären.

Als Beispiel dafür, dass augenbrauenähnliche Bildungen, die nichts anderes sind als stärkere und besonders angeordnete Fellhaare, bei Säugern vorkommen, sei auf Pogonocebus brazzae mit seinen gelbroten Augenbrauen hingewiesen (Friedenthal, 1911, Taf. 8), sowie auf die Giraffe und das Kamel. Friedenthal (1911, Taf. 24) bemerkt hierzu: „Die Abbildung des Giraffenauges zeigt neben sehr ausgebildeten Wimpern und Sinushaaren über dem Auge eine Haarbildung, welche an die Augenbrauen des Menschen erinnert und den anderen Säugetieren fehlt. Beim Kamel findet sich eine Andeutung von Augenbrauen ebenfalls auf eine kurze Strecke, während nur beim Menschen durch die Augenbrauen die Weite der knöchernen Augenhöhlen markiert wird. Durch diese Augenbrauenhaare bekommt der Blick der Giraffe etwas eigentümlich Menschliches.“

Auch für die Tatsache, dass schnurrbartähnliche Bildungen durch besonders angeordnete stärkere Fellhaare vorgestellt werden können, finden wir in der Tierreihe Beispiele. Ein solches Verhalten treffen wir unter den Anthropoiden beim Orang. Nach den Abbildungen bei Friedenthal (1908, II, Taf. 18 u. 20) besteht der Oberlippenbart der betreffenden Orangrasse aus roten Fellhaaren. Wie Frédéric hebt auch Friedenthal (1908, II, S. 31) die relative Armut des Orangs an Sinushaaren in dieser Gegend hervor. Es unterscheidet sich der Oranglippenbart hauptsächlich durch das Freilassen der Mitte der Oberlippe von dem des Menschen. Beim letzteren beginnt aber auch die Schnurrbartbildung an den Mundwinkeln

und in dieser Gegend zeigen viele Frauen der haarreichen Rassen einen Haarbesatz (II, S. 22). Wir möchten weiter darauf hinweisen, dass bei manchen Männern mit sonst gut ausgebildetem Bart die Mitte der Oberlippe spärlicheren Bartwuchs aufweist. Unter den übrigen Affen zeigen Lippenbärte Aimia spec. (Friedenthal, 1908, II, Taf. 18) und Tamarinus mystax, die aus gewöhnlichen Fellhaaren bestehen. — Der Backen- und Kinnbart kommt bei dieser Frage gar nicht in Betracht. Nichts gibt Veranlassung, in ihnen Sinushaare zu vermuten, weder beim Menschen noch bei Säugern, bei welch letzteren Bärte vorkommen, die allerdings sich nicht soweit ins Gesicht erstrecken wie beim Menschen. Hingewiesen sei auf die Bartbildung von Pogonocebus brazzae, der einen weissen Bart zeigt, und auf die Kinnbärte von Maimon maimon, Mona mona und vom Orang-Utan spec. sowie auf die Backenbärte von Aluata seniculus, Pithecia satanas und chiropotes und Vetulus silenus (Friedenthal, 1908, II, Taf. 18 und 1911, Taf. 5, 6 u. 8). — Vielleicht wäre es zweckmässig, die Bezeichnung Bart lediglich für die Fellhaarbärte zu verwenden. Was man Sinushaarbart genannt hat, könnte man Sinushaarflur nennen.

Unter Nävi verstehe ich jene hügelförmigen, rundlichen oder linsenförmigen Bildungen, die von den Pathologen unter den Missbildungen der Haut aufgezählt werden. Sie finden sich im Gesicht des Menschen ausserordentlich häufig. Beim einzelnen Individuum trifft man jedoch meist nur einen oder einige, selten eine grössere Zahl derselben an. Achtet man auf die Lokalisation dieser Gebilde, so zeigt sich, dass bestimmte Prädilektionsstellen für sie vorhanden sind. Sie finden sich vorzugsweise in den Augenbrauen, in der Jochbeingegend ca. 2 Querfinger breit vor der Ohröffnung, auf der Wange unterhalb des Margo infraorbitalis und an der Oberlippe in der Gegend des Mundwinkels. Danach kann man diese Nävi als N. supraorbi-

tales, zygomatici, malares und labiales superiores bezeichnen. Meist sind sie nur einseitig vorhanden, seltener beiderseits, annähernd symmetrisch. Durch ihre Anordnung erinnern sie an die Sinushaarhügel (Colliculi piliferi) der Säugetiere. Diese Bildungen vererben sich oft und sind wohl von Jugend auf vorhanden, treten aber mit zunehmendem Alter oft stärker hervor. Zuweilen findet man auch an nicht typischen Stellen solche Nävi, z. B. an der Stirn, oder es finden sich mehrere an einer Stelle, wo man nur einen erwarten dürfte. Diese Tatsache spricht gegen jene Hypothese. Die Sache liegt hier wohl ebenso wie bei der Beurteilung der überzähligen Mammaranlagen des Menschen. Nävi und ähnliche Gebilde, die im Bereich des Milchstreifens resp. der Milchleiste liegen, sieht man als überzählige Mammaranlagen an. Dieselben Gebilde, wenn sie an anderer Stelle liegen, nimmt niemand für jene Organe in Anspruch. Es ist also auch hier die Lokalisation in hervorragendem Grade, ja man kann sagen in erster Linie für die Beurteilung massgebend. Oft sprossen borstenartige Haare auf solchen Nävi. In einem Falle fand ich an Stelle eines Naevus malaris ein einzelnes stärkeres Haar, das sich durch auffallend starkes Wachstum auszeichnete. Es wäre also auch auf solche Erscheinungen zu achten. Wie statistische Untersuchungen über die Häufigkeit des Auftretens von überzähligen Mammaranlagen bei verschiedenen Untersuchern zu sehr verschiedenen Resultaten geführt haben, so wird dies auch der Fall bei den rückgebildeten Sinushaarhügeln sein. Wir haben daher auf statistische Untersuchungen ganz verzichtet.

In den Augenbrauen finde ich einen Naevus am häufigsten ungefähr in der Mitte der Braue, in der Nähe des oberen Randes. Verfolgt man die Braue von ihrem medialen Ende lateralwärts, so sieht man oft, wie dort, wo der Naevus liegt, die Braue ziemlich plötzlich an Breite zunimmt, und zwar erfolgt die Verbreiterung durch Auftreten von Haaren, die auf dem Naevus

stehen, also am oberen Rande der Braue. Dadurch erscheint der obere Rand der Braue winklig geknickt. Man hat diese Erscheinung wohl auch als gebrochene Augenbraue bezeichnet. Häufig ist diese plötzliche Verbreiterung der Braue vorhanden, ohne dass sich eine Hügelbildung nachweisen lässt, oder letztere ist so schwach ausgebildet, dass sie eben nur noch erkennbar ist. Auf dem Hügelchen treten mit vorgeschrittenem Alter — ich taxiere in den dreissiger Jahren — oft stärkere Borsten auf. Einige Male sah ich auch einen Naevus supraorbitalis an der Nasenwurzel an derselben Stelle, wo Tarsius seine beiden Tasthaarhügel besitzt. Der Naevus zygomaticus scheint mir der häufigste zu sein, der labialis der seltenste.

Diese Nävi im Gesichte des Menschen haben wohl schon bei manchem Beobachter die Vermutung wachgerufen, dass sie rückgebildete Sinushaarhügel vorstellten. In der Literatur habe ich jedoch nur eine derartige Andeutung gefunden. Friedenthal (1908, III, S. 37) bemerkt hierüber: „Im Gesicht können vereinzelte starke und dunkle Haare auf Muttermälern in der Nähe von Augen und Mund durchaus den Eindruck von Tasthaaren oder Sinushaaren machen, welche bei vielen Säugetieren auf ähnlichen Verdickungen der Haut an der gleichen Örtlichkeit sich finden. Trotz eifrigen Suchens hat Verfasser jedoch weder hier noch sonst beim Menschen ein Sinushaar entdecken können. Es ist nicht unmöglich, dass die anderen Säugetiere als Ersatz für die Einbusse an Fühlfähigkeit der Haut bei Fellbildung die Tasthaare sekundär ausgebildet hätten.“

Die Tatsache, dass sich auf den Nävi keine Sinushaare finden, hat offenbar Friedenthal davon abgehalten, seinen Gedanken weiter zu verfolgen. Nach unserer Auffassung würde aber das Fehlen der Sinusbildung nicht gegen die Homologie sprechen, da ja verschiedene Beobachtungen dafür sprechen, dass sich Sinushaare zu gewöhnlichen Haaren umbilden können.

2. Sinushaare der Extremitäten.

An den Extremitäten treten Sinushaare bei den Säugern am Vorderarm in der Carpalgegend weit verbreitet, in der Tarsalgegend bedeutend seltener auf. Es liegen mehrere Untersuchungen über die Verbreitung derselben vor.

Nach Bland Sutton (1887) findet sich bei Hapalemur griseus, Chirogaleus coquereli, Lemur catta und macaco, sowie bei allen übrigen Lemuren, die er geprüft hat, am Vorderarm ein Borstenbündel. Es fehlt bei Perodicticus potto. Bei Lemur macaco und catta und Chirogaleus coquereli fanden sich mit den Borsten Talgdrüsen verbunden. Der genannte Autor sagt sonst nur noch, dass jenes Borstenbündel oberhalb des Handgelenkes an der Beugeseite des Vorderarms stehe. Die Figuren zeigen, dass es mehr nach der Ulnarseite liegt und die Haare auf einem kleinen rundlichen Polster stehen. Es sind 3—5, meist 4 Haare abgebildet.

Genauere Angaben macht Beddard (1902). Dass es sich bei den von ihm beobachteten Borsten um Sinushaare handelt, sagt er allerdings nicht. Er vergleicht sie jedoch mit den Spürhaaren im Gesicht mancher Säuger, z. B. mit denen an der Schnauze der Hauskatze. Aus verschiedenen Gründen — Innervation, Grösse des Haarbalges in der Abbildung — muss man weiter annehmen, dass es sich auch hier an den Extremitäten aller seiner Untersuchungsobjekte um Sinushaare handelt. Bei einigen Formen ist von anderer Seite, wie noch zu erwähnen ist, jener Nachweis erbracht. Sein Untersuchungsmaterial führt Beddard zu folgender Aufstellung.

Carpalvibrissen finden sich bei den Lemuren — ausser bei Potto und den Loris —, bei den Rodentiern — ausser bei Capybara, Dolichotis, Sciuropterus, Jerboa, Rhizomys —, bei den Carnivoren — ausser bei den Hunden, Viverra civetta und tangalunga und dem Tiger —, bei Marsupialiern — ausser bei

Makropus —, bei Dasypus villosus. Die Carpalvibrissen fehlen den Ungulaten mit Ausnahme von Hyrax, bei dem das Organ vorhanden, aber in Rückbildung begriffen zu sein scheint, fehlen den Affen inkl. Anthropoiden, fehlen Centetes, Erinaceus, Bradypus tridactylus und Manis. Weiter gibt Beddard an: Die Zahl der Vibrissen beträgt 1—20. Sie finden sich meist an der Radialseite des Vorderarms, dicht über dem Handgelenk zu einem Büschel angeordnet. Dass sie auf einem Hügelchen stehen, hebt Beddard nur von Dasypus villosus hervor, wo das Polster ganz besonders gross ist. Das Organ findet sich bei beiden Geschlechtern. Ein relativ starker Ast des Armnerven oder, wie Beddard an anderer Stelle sagt, "the radial nerve of the arm", innerviert dasselbe. — Über die Bedeutung dieser Vibrissenbündel vermag Beddard nichts auszusagen. Sie finden sich fast bei allen den Säugern, die ihre Vordergliedmassen ausser zur Lokomotion auch als Greiforgane benutzen, wobei die Affen eine Ausnahme machen, denen ja jenes Organ fehlt. Werden die Vordergliedmassen lediglich als Gehwerkzeuge benutzt, so fehlen die Carpalvibrissen. Auch an der hinteren Extremität findet sich jene Anlage bei Petaurus sciureus. Erwähnen wollen wir noch, dass Beddard die Kastanien des Pferdes von jenen Gebilden abzuleiten versucht. Eine Übergangsform zwischen dem Polster, wie es sich bei Dasypus findet, und der Kastanie des Pferdes soll das hornige Polster bei Lemur catta und Hapalemur griseus vorstellen. Dass sich auch an der hinteren Extremität des Pferdes eine Kastanie findet, spreche nicht gegen seine Hypothese, da ja Petaurus jenes Gebilde auch an der hinteren Extremität aufweise. Hierzu möchten wir jedoch bemerken, dass die schwielenartige hornige Bildung am Vorderarm der Lemuren nichts mit der Hautverdickung, auf der die Vibrissen stehen, zu tun hat. Letztere kommt neben der ersteren vor und liegt ulnarwärts von der ersteren, wie dies z. B. die Ab-

bildungen zeigen, die Beddard von Hapalemur gibt (1902, II, S. 158).

Auch Frédéric (1905) beschreibt Unterarmtasthaare an jener genannten Stelle bei Lemur mongoz (schon bei einem eintägigen Tiere), bei Lemur macaco und rufifrons. Ebenso erwähnt Schwalbe (1910) bei Lemur jene Sinushaargruppe. Dieselbe fehlt bei Propithecus coronatus und Indris brevicaudatus. Auch bei einem Affen, nämlich bei Hapale jacchus, ist das Carpalorgan beobachtet worden. Bei dieser Form fand Frédéric (1905, S. 255) am ulnaren Rande an der Volarseite des Antebrachiums 7—8 mm proximal vom Handgelenk eine im Durchmesser ca. $1^1/_2$ mm messende, kugelig prominente Erhebung der weissen Haut. Auf dieser entspringen gegen den Rand zu, etwa 1 mm voneinander entfernt, je ein borstiges, schwarzes, 0,7 cm langes Haar. Von den Haaren der Umgebung zeichnen sie sich durch das Kaliber, Richtung und Farbe aus. Nach der mikroskopischen Untersuchung sind es Sinushaare. Die Bluträume sind wenig ausgedehnt. Die Haare verlaufen sehr stark zur Oberfläche geneigt. Der Haarbulbus ist nach oben abgebogen. Die Talgdrüsen sind nicht besonders gross. Hapale jacchus nähert sich in der Anordnung der Sinushaare vielfach den Lemuriden. So sind, wie schon erwähnt, die supraorbitalen Spürhaare zu einem über dem medialen Ende des Margo supraorbitalis entspringenden Büschel zusammengedrängt.

Eine genauere Untersuchung des erwähnten Organs hat F. Fritz 1909 von der Katze geliefert. Danach besitzt die Katze etwa $2^1/_2$ cm über dem Carpalballen und etwas medial von diesem drei bis sechs aus einem warzenartigen Höckerchen hervorragende Spürhaare. Diese Haare sitzen in den für den Fleischfresser charakteristischen Sinusbälgen mit Ringsinus. Der die Haare tragende Hautkomplex, bzw. die Sinusbälge werden innerviert von einem relativ starken Ästchen des

Nervus ulnaris. In dem betreffenden Bezirk finden sich stets Lamellenkörperchen, die zusammen mit den Sinushaaren einen wohl entwickelten Sinnesapparat (Tastapparat) bilden, dessen biologische Bedeutung wohl darin bestehen dürfte, dass er beim Festhalten von Gegenständen, eventuell beim Klettern und Schleichen zur Orientierung dient.

Wenn Dietl schreibt, beim Wiesel fänden sich an der Streckseite des Ellbogens drei wohlausgebildete Tasthaare, so bedarf dies nach meiner Beobachtung der Richtigstellung. Zwei mir vorliegende Wiesel (Spirituspräparate von Mustela erminea und Mustela vulgaris) zeigen die genannten drei Sinushaare nicht an der Aussenseite des Ellbogens, sondern an der bekannten gewöhnlichen Stelle am Ulnarrande der Beugeseite dicht proximal vom Carpus. Die betreffende Mustela vulgaris besitzt ausserdem in jener Gegend noch ein isoliert stehendes Tasthaar am Ulnarrande der Streckseite dicht proximal vom Carpus.

In dem Carpalorgan können Drüsen zu stärkerer Ausbildung gelangen. So finden sich beim Hausschwein zahlreiche Schweissdrüsen, denen gegenüber die Sinushaare zurücktreten (vgl. Wallenberg).

Für uns kommt die embryologische Entwickelung jenes Carpalorgans in Betracht. Wir werden diese, soweit es für unsere Zwecke nötig ist, nach unseren Präparaten von der Ratte (Mus decumanus, schwarz-weisse Form) geben. Bei der erwachsenen Ratte hat das Organ ungefähr Hirsekorngrösse und hat die Gestalt einer etwas in die Länge gestreckten Halbkugel. Es liegt an der Beugeseite des Unterarms, im Bereich der Ulna, ca. 1 mm proximal von dem distalen Ende derselben. Die Längsachse des Polsters liegt schräg von proximal-radial nach distal-ulnarwärts. Durch Palpation ist es deutlich festzustellen, wie auch durch Inspektion. Noch deutlicher tritt es hervor, wenn man die Fellhaare, die in derselben Weise

wie sonst die Umgebung bekleiden, abschert. Auf dem Polster stehen drei oder vier Sinushaare, von denen einige durch Länge und Dicke, andere aber nur wenig sich von den Granenhaaren der Nachbarschaft auszeichnen. Schon die Präparation des frischen Objektes unter dem binocularen Mikroskop zeigt die grossen walzenförmigen Haarbälge, durch deren Wand das Blut hindurchschimmert. Man sieht auch, dass es diese Haarbälge sowie vermehrtes Fett und Bindegewebe der Subcutis sind, die das Polster erzeugen. Die Innervation geschieht durch einen relativ starken Ast des Ulnaris.

Die embryologische Entwickelung dieses Organs verläuft in folgender Weise:

Die erste sicher erkennbare Anlage des Carpalorgans zeigen Rattenembryonen vom Ende des 15. Tages mit ca. 60 Urwirbeln. Der noch sehr kurze Arm zeigt an seinem ulnaren caudal gerichteten Rande eine rundliche Vorbuchtung seines Konturs, die durch einen kleinen Hügel, der sich allmählich aus der Oberfläche erhebt, bedingt wird. Der Arm ist zu dieser Zeit noch so kurz, dass zwischen Hand und Hügel, sowie zwischen diesem und der Extremitätenwurzel jedesmal nur eine ganz kurze Strecke bleibt. An der Beugeseite des Armes ist das Hügelchen noch nicht nachweisbar, auf die Streckseite gelangt es niemals. Bei Embryonen von $15^1/_2$ Tagen hat die Anlage des Carpalorgans die Gestalt eines deutlich markierten länglichen Wulstes angenommen, der quer zur Extremität verlaufend die Strecke zwischen Wurzel des kleinen Fingers und Extremitätenwurzel in ein distales und zwei proximale Drittel teilt. Der Wulst erstreckt sich jetzt deutlich auf die Beugeseite. Bei Betrachtung der Extremität von aussen her tritt er als Höckerchen am Ulnarrande hervor, das dieselbe Grösse zeigt, wie zu dieser Zeit die Mammaranlagen. — Am Ende des 17. Tages fällt das Carpalorgan, das dicht proximal von der Handwurzel liegt, sofort in die Augen. Es hat jetzt

dieselbe Grösse und fast dasselbe Aussehen wie die Anlagen der Tastballen (Sohlenballen). Das Palmarpolster zwischen 4. und 5. Finger, das Hypothenar und das Carpalorgan liegen ungefähr in gerader Linie und in gleichem Abstand voneinander. Bei Betrachtung mit dem binokularen Mikroskop sieht man jetzt auch die Anlagen der 4 Sinushaare auf dem Organ. — An der zweiten Hälfte des 20. Tages hat das Carpalorgan bereits Form, Lage und Richtung angenommen, die der des definitiven Zustandes sehr nahe kommt. Es hat die Gestalt eines längs durchtrennten Eies, das mit seiner Längsachse von radial-proximal nach ulnar-distal orientiert ist. Es übertrifft das Hypothenar an Grösse und ist von ihm durch eine flache Furche getrennt. — Die siebentägige junge Ratte zeigt auf dem Carpalorgan ausser einer grösseren Anzahl kurzer sehr feiner Fellhaare vier längere und stärkere Sinushaare.

Eine Anlage, die in ihrer Form und Lage durchaus den jüngeren Stadien jenes Sinushaarhügels der Ratte entspricht, findet sich nach unserer Auffassung nun auch beim menschlichen Embryo. Sehr schön zeigt jene der bei Hochstetter Tafel 9 abgebildete Embryo, der in zwanzigfacher Vergrösserung wiedergegeben ist. Die Hand desselben zeigt noch keine Andeutung von Strahlenbildung. Sie ist tellerförmig oder schaufelförmig und zeigt rings herum einen glatten Rand. Dort, wo der Rand an der Ulnarseite endigt, findet sich ein deutliches, sofort in die Augen fallendes rundliches Höckerchen. Wie weit sich dies auf die Beugeseite der Extremität fortsetzt und wie es also eigentlich gestaltet ist, lässt sich nicht sagen. Die Abbildung zeigt das Gebilde ja nur in einer Ansicht, so dass man eine Vorstellung von seiner wirklichen Gestalt nicht gewinnen kann. Hierzu wäre eine Rekonstruktion nötig. Der Embryo ist, wie Hochstetter bemerkt, als Serie geschnitten.

In der Normentafel von Keibel-Elze heisst es von diesem Embryo Nr. 41, Fig. XVII d, S. 58: man erkennt „an

den oberen Extremitäten an ihrer der Rumpfwand zugekehrten Seite ein kleines wulstförmiges Höckerchen". — Ich finde das Höckerchen bei einem Embryo meiner Sammlung, den ich Herrn Prof. Ricker (Magdeburg) verdanke. Dieser Embryo, der denselben Entwickelungsgrad wie der von Hochstetter zeigt, besitzt 38 bis 39 Urwirbel. Das Höckerchen ist vielleicht etwas kleiner als das des letzteren. Es liegt auf dem abgerundeten ulnaren Rande und erstreckt sich etwas auf die Beugeseite, wie man an der amputierten Extremität erkennen kann. Ältere Embryonen habe ich in grösserer Anzahl untersucht, ohne bei einem jene Bildung wieder anzutreffen. Danach möchte ich glauben, dass sich dieses Carpalorgan beim menschlichen Embryo zuweilen anlegt, aber bald wieder verschwindet.

Über die Häufigkeit dieses Tasthaarhügels beim menschlichen Embryo vermag ich keine Angaben zu machen, da mir ausreichendes Untersuchungsmaterial fehlt. Beim Erwachsenen habe ich in einem Falle an der Stelle, wo das Carpalorgan seinen Sitz haben müsste, an jedem Arm einen kleinen Nävus, bei einem anderen Individuum, das sonst in jener Gegend eine spärliche, sehr feine Behaarung aufwies, ein kleines Büschel starker Haare gefunden. Ein Vergleich jener beiden menschlichen Embryonen mit dem jüngsten Rattenembryo zeigt, dass der menschliche in seiner ganzen Entwickelung noch nicht soweit vorgeschritten ist wie der genannte Rattenembryo, bei dem das Carpalorgan zum ersten Male sichtbar ist und der, wie gesagt, 60 Urwirbel zeigt. Der menschliche würde, nach dem Entwickelungsgrad seiner äusseren Körperform zu urteilen, einem Rattenembryo von ca. 40 Urwirbeln entsprechen (der menschliche Embryo hat 38 bis 39 Urwirbel). Danach würde also beim Menschen das Carpalorgan etwas früher auftreten als bei der Ratte, was für die Identifizierung der fraglichen Bildung natürlich nicht ins Gewicht fällt.

In seiner Normentafel von Tarsius spectrum beschreibt Keibel eine kleine Warze proximal von den Tastballen der Kleinfingerseite der Hand. Er erwähnt dieselbe zum erstenmal bei einem Embryo mit einer grössten Länge von 14,9 mm. Die dazugehörige Abbildung (16a) zeigt, dass wir es hier mit demselben Gebilde zu tun haben. Bei etwas älteren Feten fand Keibel ein längeres Haar auf dieser Warze. Beim erwachsenen Tier zeigte sich aber kein Gebilde mehr, welches jener Anlage entsprach. Im Vergleich zum Menschen scheint das Carpalorgan bei Tarsius später aufzutreten, wenigstens ist der Tarsiusembryo Nr. 17 (grösste Länge 16,2 mm), dem Nr. 16 nahe steht, bedeutend weiter entwickelt als die betreffenden menschlichen Embryonen. Es ist durchaus möglich, dass bei Tarsius der carpale Tasthaarhügel später auftritt als beim Menschen. Vielleicht erscheint er aber auch bei Tarsius doch schon früher, wofür zu sprechen scheint, dass auch der jüngere Embryo 15 (grösste Länge 13,3 mm) auf der Figur 15c schon die Anlage deutlich zeigt, ohne dass dies in der Beschreibung erwähnt wird. Gegen die Homologie jener Gebilde würde eine zeitliche Differenz in ihrem Auftreten jedenfalls nicht sprechen.

Die sehr leicht vorzunehmende Präparation unter der Lupe zeigt, dass bei der Ratte wie bei der Katze das Carpalorgan von einem Zweige des Nervus ulnaris innerviert wird. Diese beiden Beobachtungen stehen in Widerspruch zu denen von Beddard. Dieser Autor sagt, wie bereits bemerkt wurde, dass jenes Organ von einem Zweige des Armnerven innerviert werde. In der Zusammenfassung nennt er diesen Nerven the radial nerve of the arm. Dass nun bei Ratte und Katze — auch betreffs letzterer habe ich mich durch Präparation von der Richtigkeit der Angaben von Fritz überzeugt — der Ulnaris, bei dem von Beddard untersuchten Formen der Radialis die Innervation besorge, scheint mir wenig wahrscheinlich. Auch lässt die Betrachtung seiner Abbildungen

Zweifel an seinen Angaben aufkommen. Bei seiner Figur (17) von Dasypus villosus erstreckt sich das Polster mehr auf die ulnare Seite als auf die radiale, was für die Innervation vom Ulnaris sprechen würde. Figur 18 von Petaurus sciureus zeigt das Büschel deutlich auf der ulnaren Seite liegend. Auf der Abbildung des Vorderfusses von Nasua narica, dem Coati, der als linker bezeichnet ist, erblickt man den zugehörigen Nerven scheinbar auf der Radialseite liegend. Berücksichtigt man aber die Lage des Daumens, so kommt man zu der Überzeugung, dass es sich entweder um eine rechte Extremität handelt oder dass bei der Reproduktion die Figur in bezug auf rechts und links verdreht wurde. Danach wäre auch bei Nasua der Ulnaris der Nerv für jenes Organ.

3. Sinushaare an der Ventralseite des Rumpfes.

Sinushaare an der Ventralseite des Rumpfes sind erst kürzlich von Bresslau (1912) entdeckt worden, und zwar bei den Sciuriden. Unser Eichkätzchen besitzt 4, zuweilen 5 oder 6 starke einzelstehende Sinushaare an Brust und Bauch, die aus zitzenartig vorgewölbten Warzen entspringen. Die vier regelmässig vorkommenden Sinushaare stehen medial von den pektoralen und der ersten abdominalen Zitze. Bresslau hat nachgewiesen, dass sich beim Embryo ihre Anlage von der der genannten Mammarorgane abspaltet. Aus dem zwischen letzteren liegenden Milchleistenabschnitt geht zuweilen ein überzähliges Sinushaar hervor. Andere Sciuriden zeigen eine noch grössere Zahl von ventralen Sinushaaren, so Ratufa macrura, bei der 16 vorhanden sind. Was ihre Funktion betrifft, so nimmt Bresslau an, dass sie beim Klettern eine Rolle spielen. Diese Sinushaare stehen nach Bresslau (1912, S. 790) in naher Beziehung zu den Mammarhaaren, von denen bei den Monotremen und den Marsupialiern die Milchdrüsen als Sekundärsprossen entstehen. Bei den Placentaliern kommen jene

Mammarhaare nicht mehr zur Entwickelung. Dass sie aber bei einzelnen Formen noch angelegt werden, haben v. Eggeling 1904 und Brouha 1905 von Katze und Mensch und Hamburger von Pferd und Esel gezeigt. Es ist also bei den Placentaliern lediglich die Rückbildung der Mammarhaare, die ja auch bei den Marsupialiern nur vergängliche Bildungen von kurzer Lebensdauer darstellen, weiter vorgeschritten. Bei Sciuriden kommt es jedoch wieder zur Haarbildung, und zwar ist es der abgespaltene und medialwärts gerückte Teil der Mammaranlage, welcher sich zu einem Haar entwickelt. Dass diese Haare zu Sinushaaren werden, geschieht nach Bresslau vielleicht deshalb, weil die Milchdrüsenentwickelung ausbleibt und die dafür bestimmte reiche Blutgefässversorgung zu anderer Verwendung frei wird.

Die genannten Beziehungen, die zwischen Sinushaaren und Mammarhaaren bestehen, rechtfertigen es, wenn wir an dieser Stelle auch auf den Menschen hinweisen. Es finden sich nämlich beim Menschen auf überzähligen Zitzen sehr häufig lange Haare, die möglicherweise Mammarhaare sind (Bresslau, 1912, Zoo. Jahrb. S. 492).

In dieser Hinsicht ist eine Angabe Friedenthals (1908, III, S. 37) für uns von Interesse. Vereinzelte Terminalhaare, sagt er, können bei Männern und Frauen oft symmetrisch an beiden Körperhälften sich finden, an den Stellen, wo sonst überzählige Brüste sich zu entwickeln pflegen, also einer Linie, die von der Achselhöhle nach dem Schamberg führt. Seine Abbildung, Tafel 33, Fig. 8 zeigt eine aus zwei Beobachtungen kombinierte Darstellung. Er bemerkt hierzu: „Starke Terminalhaare an Stelle überzähliger Brustwarzen. Unter den Brustwarzen sind auf jeder Seite zwei Terminalhaare isoliert gewachsen, in einer Anordnung, welche den Verlauf der Milchleiste erkennen lässt."

Zusammenfassung.

Bei den Säugern finden sich Sinushaare im Gesicht, im Unterkieferwinkel und am Unterarm in der Carpalgegend weit verbreitet, an der Ventralseite des Rumpfes bei den Sciuriden. Als Besonderheit ist zu erwähnen das Vorkommen von Sinushaaren an den verschiedensten Körpergegenden bei Heterocephalus, in der Tarsalgegend von Petaurus sciureus und am proximalen Rande der Hand bei Talpa europaea. S. 148.

In Fällen physiologischen oder pathologischen Haarmangels bleiben die Sinushaare erhalten. S. 149.

Die Sinushaare treten bei den Säugern entweder einzeln oder in Gruppen, in Reihen, Gruppen von Reihen oder in Fluren auf. Die einzelnen und die in Gruppen angeordneten Sinushaare stehen meist auf kleinen Hügeln oder Polstern. S. 149.

Pili sinuosi können am Kopf auftreten als supraorbitales, infraorbitales, malares, nasales, zygomatici, angulares, labiales superiores et inferiores, submentales. Dieselben stehen einzeln oder in Gruppen. Die P. supraorbitales und labiales können auch in Reihen oder Fluren auftreten. S. 150.

Bei den Affen finden sich in der Regel über dem Auge brauenähnlich angeordnete Sinushaare und auf Ober- und Unterlippe Fluren von Sinushaaren. S. 152. Zwischen den Anthropoiden, S. 153, und den übrigen Affen bestehen in bezug auf Lokalisation und Anordnung der Sinushaare keine prinzipiellen Unterschiede. S. 157. Polster und Hügel mit Sinushaaren fehlen bis auf einzelne Fälle den Affen. S. 158.

Bei den Halbaffen treten die in Fluren angeordneten Sinushaare zurück. Die Sinushaare stehen auf Hügeln und Polstern. Solche finden sich als supraorbitale, nasolabiale, malare. S. 158.

Betreffs des Vorkommens von Sinushaarresten im Gesicht des Menschen liegen folgende Möglichkeiten vor: Augenbrauen und Schnurrbart des Menschen könnten aus Sinushaaren hervorgegangen sein. Eine Umwandlung von Sinushaaren in gewöhnliche Haare ist denkbar und scheint nach dem Auftreten von Übergangsformen zu urteilen vorzukommen. S. 159. Augenbrauen und Schnurrbart könnten wie Backen- und Kinnbart lediglich stärker ausgebildete Fellhaare vorstellen, wie dies bei einigen Säugern der Fall ist. S. 163. Reste von Sinushaarhügeln könnten in jenen Nävi des menschlichen Gesichts vorliegen, die gleiche Lokalisation wie jene zeigen. Dieselben tragen häufig borstenartige Haare, die umgewandelte Sinushaare vorstellen könnten. S. 164.

Ein Hügel mit Sinushaaren am Unterarm in der Carpalgegend findet sich bei den verschiedensten Säugern. Er fehlt den Affen (ausser Hapale jacchus), ist bei vielen Halbaffen vorhanden. Dieses Organ wird nach Beddard vom Radialis, nach anderen und dem Verfasser vom Ulnaris innerviert. S. 167. Die embryologische Entwickelung des Carpalorgans bei der Ratte wird geschildert. S. 170. Beim menschlichen Embryo ist an derselben Stelle ein Hügelchen gefunden worden, das nach Verfassers Ansicht einen rückgebildeten Tasthaarhügel vorstellt. S. 172.

Beziehungen zwischen den ventralen Sinushaaren der Sciuriden und den beim Menschen auf überzähligen Zitzen auftretenden Haaren könnten insofern bestehen, als beide wahrscheinlich auf Mammarhaare zurückzuführen sind. S. 175.

Literaturverzeichnis.

1. Beddard, Observations upon the carpal vibrissae in mammals. Proc. Zool. Soc. London 1902. Vol. I. p. 127—136.
2. Derselbe, Mus decumanus nudo-plicatus. Proceedings of the Zoolog. Society of London 1903. Vol. II p. 336.
3. Botezat, Die Apparate des Gefühlssinnes der nackten und behaarten Säugetierhaut mit Berücksichtigung des Menschen. Anat. Anz. Bd. 42, 1912, S. 193 u. 273.
4. Bresslau, Die ventralen Tasthaare der Eichhörnchen, ihre Funktion und ihre Verbreitung. Zool. Jahrb. Suppl. 15. Festschr. f. Spengel, Bd. 3, 1912.
5. Derselbe, Die Entwickelung des Mammarapparates der Monotremen, Marsupialier und einiger Placentalier. III. Entwickelung des Mammarapparates der Marsupialier, Insectivoren, Nagetiere, Carnivoren und Wiederkäuer. Semon, Zool. Forschungsreisen in Australien und dem Malaiischen Archipel, Bd. IV, Jena 1912.
6. Dietl, Untersuchungen über Tasthaare III., Sitzungsberichte der math.-naturw. Klasse d. K. Akad. d. Wiss., 3. Abt., Bd. 68, 1874, S. 213.
7. Haacke, W., Über die systematische und morphologische Bedeutung bisher unbeachtet gebliebener Borsten am Säugetierkopf. Bericht Senkenberg. Naturf. Ges., Frankfurt 1890.
8. Hochstetter, F., Bilder der äusseren Körperform einiger menschlicher Embryonen aus den beiden ersten Monaten der Entwickelung. München 1907, 21 Taf.
9. Frédéric, Untersuchungen über die Sinushaare der Affen nebst Bemerkungen über die Augenbrauen und den Schnurrbart des Menschen. Zeitschrift f. Morphologie und Anthropologie, Bd. VIII, 1905.
10. Derselbe, Nachtrag zu den „Untersuchungen über die Sinushaare der Affen". Zeitschr. f. Morphol. u. Anthrapol., Bd. IX, 1906.
11. Friedenthal, Hans, Beiträge zur Naturgeschichte des Menschen. Jena 1908.
12. Derselbe, Tierhaaratlas. Jena 1911.

13. Fritz, F., Über einen Sinnsapparat am Unterarm der Katze nebst Bemerkungen über den Bau des Sinusbalges. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 92, herausgegeben von Ehlers, Leipzig 1909.
14. Furlotti, A., Sopra un caso di mancata formazione del pelo in una Talpa europaea. L. Zool. Anz., Bd. 36, S. 125.
15. Kazzander, Zur Biologie der Talpa europaea. Anat. Anz., Bd. 34, 1909, p. 394—399.
16. Derselbe, Nochmals zur Biologie der Talpa europaea. Anat. Anz., Bd. 37, 1910.
17. Keibel & Hubrecht, Normentafeln zur Entwickelungsgeschichte des Koboldmaki (Tarsius spectrum) und des Plumplori (Nycticebus tardigradus). 7. Heft der Normentafeln zur Entwickelungsgeschichte der Wirbeltiere, herausgegeben von Franz Keibel, Jena 1907.
18. Keibel & Elze, Normentafel zur Entwickelungsgeschichte des Menschen. 8. Heft der Normentafeln zur Entwickelung der Wirbeltiere, herausgegeben von Franz Keibel, Jena 1908.
19. Klaatsch, Die Fortschritte der Lehre von der Neandertal-Rasse (1903 bis 1908). Ergebn. d. Anat. u. Entwgesch., Merkel-Bonnet, Bd. XVII, 1907, Wiesbaden 1909.
20. Martin, Paul, Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Stuttgart 1902.
21. Maurer, Die Epidermis und ihre Abkömmlinge. Leipzig 1895, S. 289 ff.
22. Merkel, Fr., Über die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbeltiere. 1880.
23. Schwalbe, G., Über die Richtung der Haare bei den Halbaffen. Aus Voeltzkow, Reise in Ostafrika in den Jahren 1903—1905. Bd. IV. 1910.
24. Derselbe, Über die Richtung der Haare bei den Affenembryonen nebst allgemeinen Erörterungen über die Ursachen der Haarrichtungen. Menschenaffen, Studien über Entwickelung und Schädelbau, herausgegeben von Selenka, Lief. 10, 1911.
25. Sutton, J. Bland, On the arm-glands of the Lemurs in Proc. Zool. Soc. London. p. 369. 1887.
26. Szymonowicz, Über die Nervenendigungen in den Haaren des Menschen Arch. f. mikr. Anatomie, Bd. 74, 1909.
27. Virchow, Hans, Stellung der Haare im Brauenkopfe. Zeitschr. f. Ethnologie, 44. Jahrg, Berlin 1912.
28. Wallenberg, Anatomische und morphologische Untersuchungen über die Carpal- und Mentalorgane der Suiden. Anat. Anz., Bd. 37, 1910.
29. Weber, Max, Die Säugetiere. Jena 1904.

Aus dem anatomischen Institut der deutschen Universität in Prag.

BEITRAG
ZUR
ENTWICKELUNG DES SEPTUM TRANSVERSUM BEIM HÜHNCHEN.

VON

LEOPOLD SCHÖNBAUER.

Mit 2 Abbildungen im Text und 11 Figuren auf Tafel 11/14.

Die Grenze zwischen Pericardial- und Peritonealhöhle bildet beim Embryo das von His so genannte Septum transversum, welches in sich die beiden Mesocardia lateralia enthält. Der Name Mesocardium laterale stammt von Koelliker; His, Ravn und Hochstetter haben ihn übernommen. Das Mesocardium laterale entsteht nach der Angabe dieser Autoren durch Verwachsung der Somato- und der Splanchnopleura, wobei der letzteren eine wichtige Rolle zufällt: der durch die Vena omphalomesenterica vorgewölbte Teil der Splanchnopleura verwächst mit der Somatopleura. Die Beschreibung dieses Vorganges ist bei den genannten Autoren überall sehr kurz gehalten und Hochstetter fasst in seiner „Entwickelung des Blutgefässsystems" alle bisherigen Kenntnisse in folgender, zunächst für die Selachier gültigen Darstellung zusammen, auf welche dann bei den Sauropsiden verwiesen wird. „Indem nämlich der mesodermale Überzug der Venae omphalomesentericae dort, wo sie in den Herzschlauch münden, mit der Somatopleura verwächst, entsteht jederseits eine Substanzbrücke, durch welche die Ductus cuvieri an die Venae omphalomesentericae herankommen und in sie einmünden können. Diese Substanzbrücke entspricht der seit Koelliker bei den höheren Vertebraten als Mesocardium laterale bezeichneten Bildung."

Da auch die Abbildungen, die die Autoren geben, fast nur Schnittbilder betreffen, oder wie die Ravnschen Figuren wenig

übersichtlich sind, haben wir es unternommen, die Entwickelung des Pericards beim Hühnchen an Plattenmodellen nachzuuntersuchen. Die Untersuchung ergab namentlich hinsichtlich der Mesocardia lateralia einige neue Gesichtspunkte, deren Darstellung im nachfolgenden versucht werden soll.

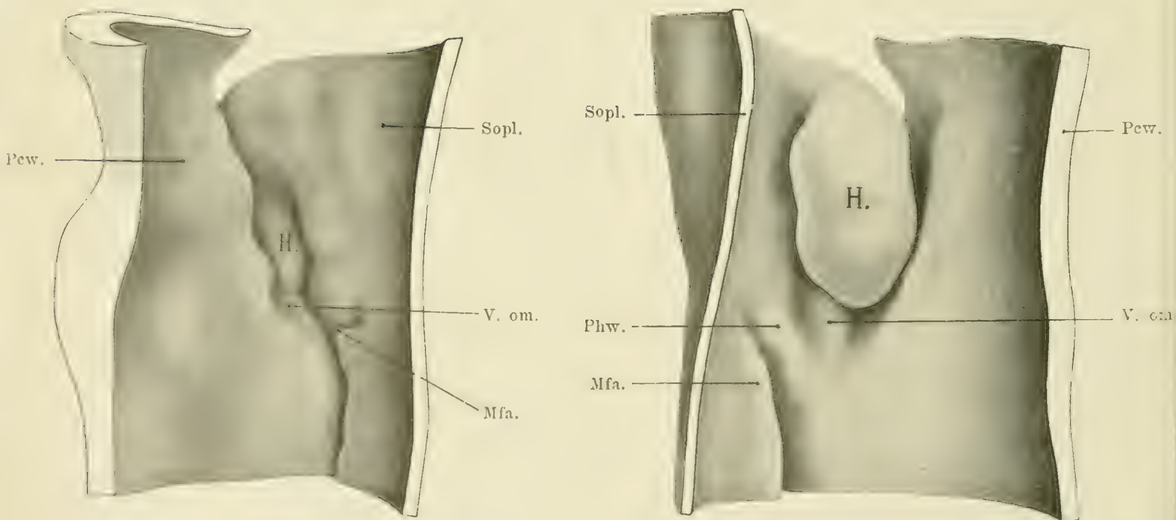
Es wurden aus einer grösseren Anzahl von Schnittserien drei besonders charakteristische Stadien herausgesucht und in 100- resp. 150 facher Vergrösserung modelliert; die Abbildungen sind jedoch sämtlich auf eine 75 fache Vergrösserung gebracht und daher in ihren Dimensionen direkt miteinander vergleichbar.

Der erste Embryo entspricht der Fig. 13 der Keibelschen Normentafel des Hühnchens. Die Zahl der Urwirbel beträgt 17. Der Neuroporus ist eben im Verschluss begriffen, beiderseits sind tiefe Ohrgrübchen vorhanden; der Urnierengang reicht ca. 300 μ über die hinterste Urwirbelgrenze caudalwärts; das Herz ist S-förmig gekrümmt, das Kopfende beginnt sich zu drehen, das Mesocardium posterius ist in der Mitte der Herzschleife durchbrochen, aber noch in Resten (Fig. 1) zu erkennen. Figur 1, welche eine Ventralansicht des Modelles (nach Wegnahme des grössten Teiles der von Ravn so genannten provisorischen Präcardialwand Pcw.)[1]) darstellt, zeigt die durch die Vena omphalomesenterica bedingte Vorwölbung der Splanchnopleura; wir sehen dieser Vorwölbung von der dorsalen Seite eine Falte entgegenkommen, welche wir als Mesocardfalte bezeichnen, da durch ihre Vereinigung mit der durch die Vena omphalomesenterica bedingten Vorwölbung zuerst eine Brücke, das Mesocardium laterale, zwischen dorsaler und ventraler Seite hergestellt wird. Diese Mesocardfalte liegt

[1]) Als provisorische Präcardialwand bezeichnet Ravn jenen Teil der Splanchnopleura, welcher keine Gefässe trägt und welcher sich auf beiden Seiten lateralwärts in die gefässführende, ebenfalls entoderm-bekleidete splanchnische Mesodermplatte, welche die ventrale Begrenzung des extraembryonalen Cöloms bildet, fortsetzt.

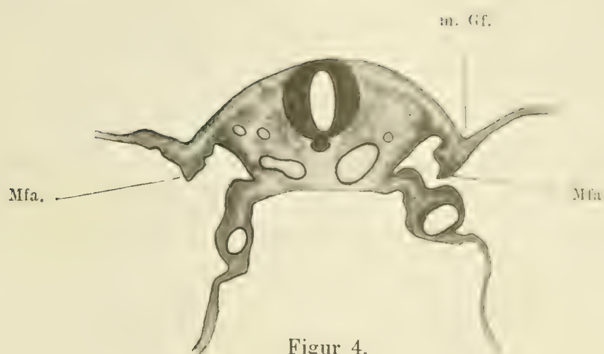
B. a.
M. p.
Mfa.
Phw.
V. om.
H
Mfa.

Figur 1.

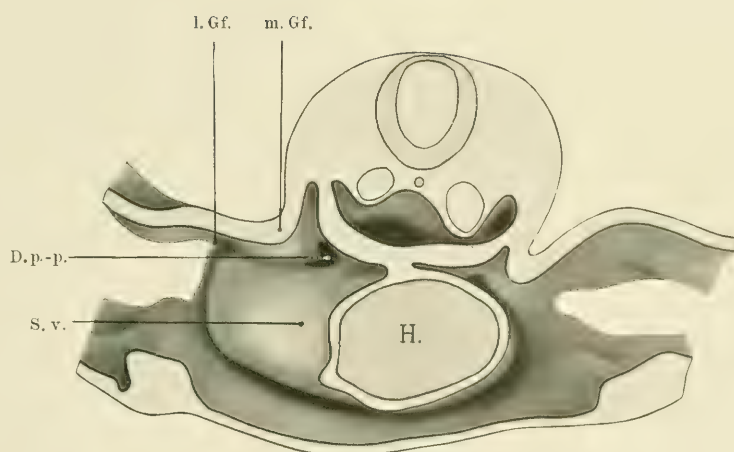


Figur 2.

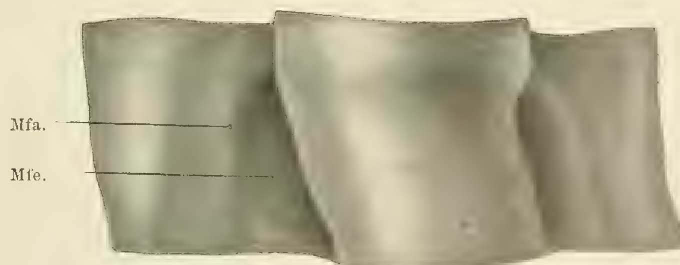
Figur 3.



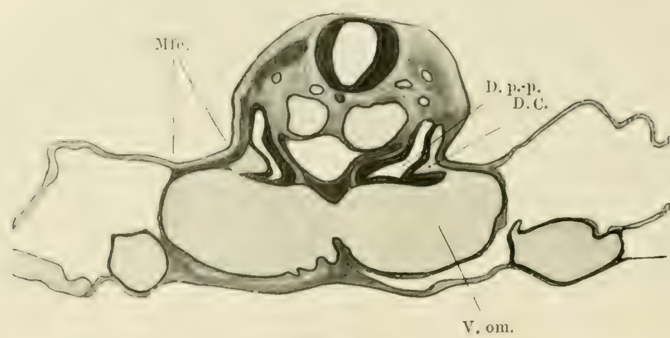
Figur 4.



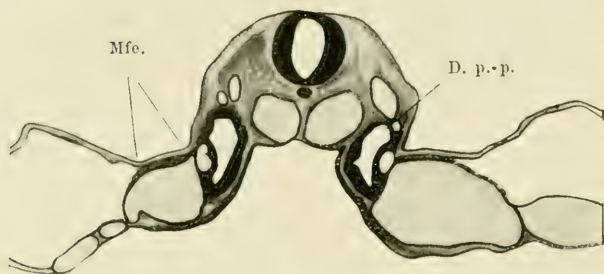
Figur 5.



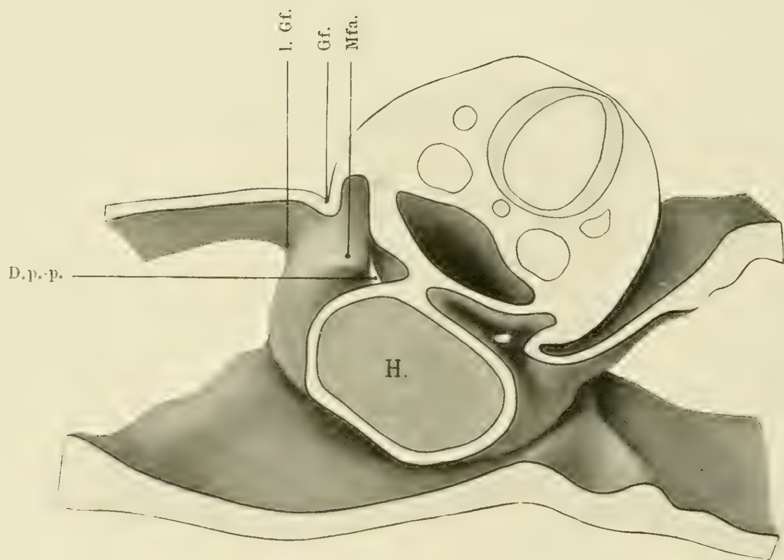
Figur 6.



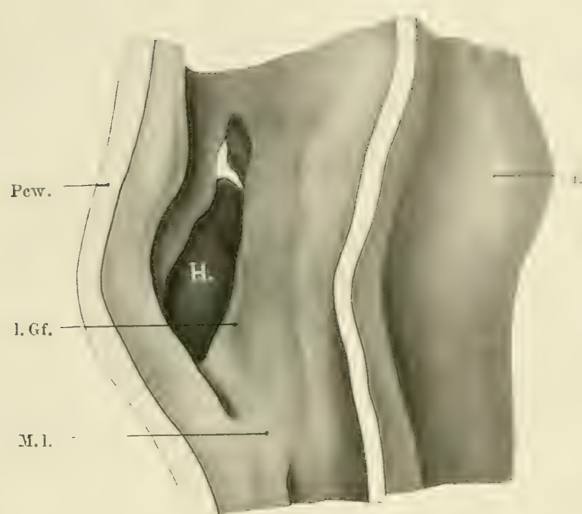
Figur 7.



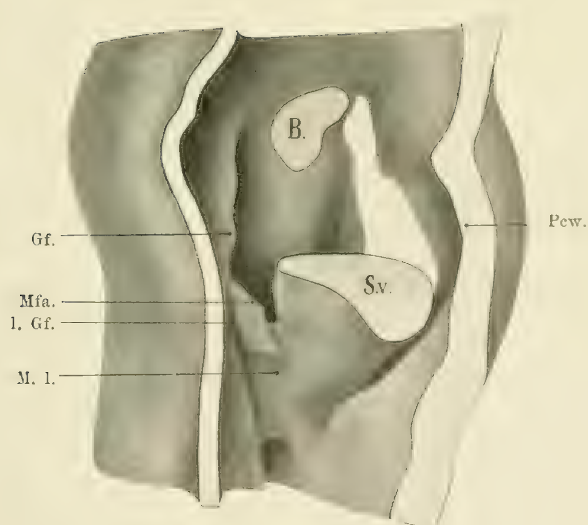
Figur 8.



Figur 9.



Figur 10.



Figur 11

(s. Fig. 4) an derselben Stelle, an welcher von der dorsalen Seite her die Grenzfurche, von uns hier als mediale Grenzfurche bezeichnet (Begründung später), einschneidet. Wir sehen, bei cranialwärts gerichteter Verfolgung, dass diese Mesocardfalte in der Höhe des Sinus venosus linkerseits plötzlich aufhört, rechterseits sich aber noch eine Strecke weit cranialwärts erstreckt, um langsam auszulaufen.

Medial von der Falte finden wir besonders rechts deutlich eine zweite Vorwölbung der Somatopleura, die durch den Pharynx bedingt ist und von uns als Pharynxwulst (Phw.) bezeichnet wurde.

Wie auch Fig. 4 zum Ausdruck bringt, ist der Anteil, den die Mesocardfalte an der Bildung des Mesocardium laterale nimmt, anfangs mindestens ebenso gross als der der Vena omphalomesenterica. Das Heraustreten dieser Falten wird auch in unseren Figuren 2 und 3, welche entsprechende seitliche Ansichten des Modells zur Darstellung bringen, ersichtlich. Im übrigen weist unser Modell, wie dies ja aus den Beschreibungen der Autoren zur Genüge bekannt ist, eine breite Kommunikation der Pericardhöhle lateral- und caudalwärts mit dem Cölom auf. Wie namentlich die Seitenansichten ergeben, erstreckt sich das Herz bereits deutlich nach rechts, so dass der rechte Abschnitt der primitiven Pericardhöhle stärker ausgedehnt ist als der linke, und es ist auch die Gegend, in der später die ventrale Kommunikationsöffnung des Pericards sich von der Umgebung abgrenzen wird, links bereits zu erkennen, während rechts eine solche Grenze noch nicht besteht.

Der Ductus pleuropericardiacus (Figg. 1 u. 4) ist angelegt, aber noch nicht fertig ausgebildet. Seine Anlage beginnt etwas caudal von der Darmpforte und stellt eine Rinne dar, welche links etwa 610 μ lang und beinahe schon lateralwärts abgeschlossen ist, während rechts eine breitere durchwegs offene Lateralverbindung des ca. 300 μ langen Ductus pleuropericardiacus mit dem Cölom besteht.

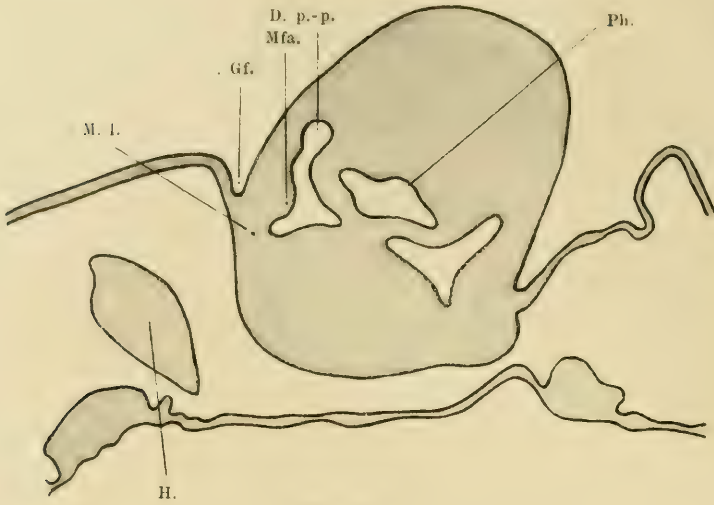
Der wichtigste Befund an diesem Modelle betrifft das Vorhandensein einer Falte, die wir als Mesocardfalte bezeichnet haben, und die wir definieren können als eine Falte, welche aus der Somatopleura gegen die Vena omphalomesenterica vorwächst und in welche die Grenzfalte des Embryo zunächst eindringt. Die Mesocardfalte enthält an ihrer freien Kante den Punkt, an dem die erste Berührung zustande kommt.

Das nächste Modell gehört einem etwas älteren Embryo mit 19 Urwirbeln an, welcher der Fig. 14 der Normentafel entspricht. Das vordere Körperende ist auf 650 μ weit abgehoben; die primären Augenblasen sind gestielt, die Ohrgrübchen sind vertieft, der Embryo beginnt sich mit dem freien Kopfende auf die linke Seite zu drehen; im Bereich des Körpers ist diese Drehung noch schwach ausgesprochen. Das Mesocardium posterius fehlt in der Mitte der Herzschleife. Das Modell zeigt in der Ansicht von der cranialen Seite (Fig. 5) lateral von dem rechten Ductus pleuropericardiacus eine breite Verwachsungsfläche des Mesocardium laterale mit dem Sinus venosus des Herzens. Diese Verwachsungsfläche wird von einer scharf ausgeprägten medialen und einer seichten, lateralen Furche begrenzt. Die mediale Furche ist identisch mit der Grenzfurche des früheren Stadiums, die wir dort als mediale Grenzfurche bezeichnet haben; sie grenzt auch in diesem Stadium noch den Embryonalkörper vom Fruchthof ab. Das Gebiet des Fruchthofes, an welches die Vena omphalomesenterica angewachsen ist, bezeichnen wir als Mesocardfeld (M.fe.), seine laterale Begrenzung als laterale Grenzfurche. Dieses Mesocardfeld kommt bei der Dorsalansicht des gleichen Modells deutlich zur Ansicht (Fig. 6). Cranial aus einer gemeinsamen Furche entspringend, weichen die Grenzfurchen caudalwärts auseinander und fassen das Mesocardfeld zwischen sich; noch weiter caudalwärts wird die laterale Furche undeutlich, so dass das Mesocardfeld einer scharfen caudalen

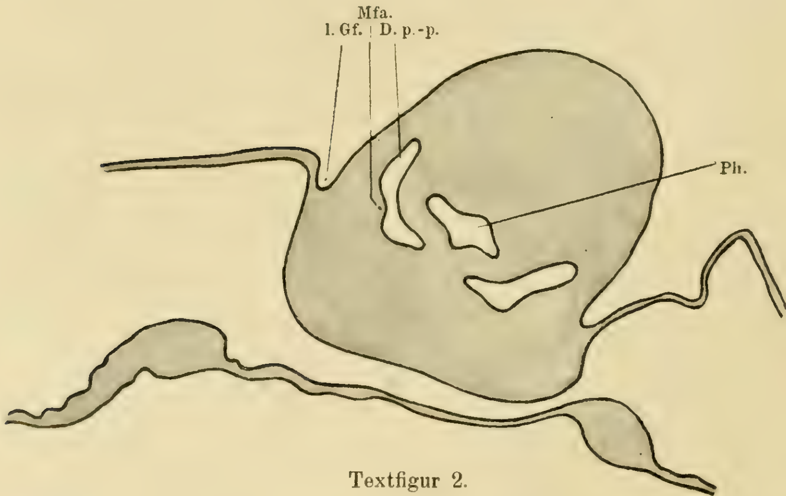
Abgrenzung entbehrt. Dieses Verhalten ergibt sich auch aus den Schnittbildern. In Fig. 7 ist ein Schnitt dargestellt, der die Einmündungsstelle des Ductus cuvieri in den Sinus venosus trifft. Medial von den Ductus cuvieri sind die Ductus pleuropericardiaci zu sehen. In Fig. 8, 90 μ weiter caudalwärts, sind die Verhältnisse noch ganz ähnlich; lateral von den Ductus pleuropericardiaci liegt das Mesocardfeld, beiderseits begrenzt von zwei stumpfen Winkeln, welche den Grenzfurchen des Modells entsprechen. Die Ductus pleuropericardiaci sind winkelige Kanäle, die am engsten in ihren Anfangsteilen sind, nach unten zu sich erweitern und zum Teil vor, zum Teil hinter der Darmpforte gelegen sind. Ihre Länge beträgt ca. 200 μ, doch ist auch noch caudal von der Verwachsung der beiden Mesodermblätter eine so innige Anlagerung derselben vorhanden, dass die Entscheidung, ob Verwachsung oder Berührung vorliegt, nur mit Mühe zu treffen ist. Da übrigens an dieser Stelle später eine Verwachsung eintreten wird, so kommt einer solchen Entscheidung keine prinzipielle Bedeutung zu.

Noch deutlicher treten uns diese Verhältnisse beim dritten Modell entgegen, das zur Darstellung gelangte. Es betrifft einen Embryo, der gleichfalls dem Entwickelungsstadium der Normentafel Fig. 14 entspricht, jedoch deutlich weiter entwickelt ist als der vorstehend besprochene. Er besitzt eine secundäre Augenblase im Beginn der Einstülpung, ein seichtes Linsengrübchen und tiefe Ohrgrübchen, zwei Kiementaschen, die das Ectoderm erreichen, einen deutlich nach links gewendeten, jedoch noch nicht ganz umgelegten Kopf. Die Zahl der Urwirbel lässt sich infolge eines Defektes der Serie nicht bestimmen.

In der Ansicht der caudalen Hälfte des Modells von der cranialen Seite (Fig. 9) sehen wir die brückenförmige Verwachsung zwischen Herz und Somatopleura, die durch das Mesocardium laterale dargestellt wird, und den engen Ductus



Textfigur 1.



Textfigur 2.

Textfigur 1 und 2.

Schnitte durch den Embryo No. 3 in 40 μ Abstand voneinander. Vergr. 75. Schnitt 1 geht durch den kranialen Rand des Mesocardium laterale, Schnitt 2 liegt dicht dahinter. Man sieht, dass die laterale Grenzfalte dem kranialen Ausläufer der Mesocardfalte nicht entspricht.

pleuropericardiacus. Wir sehen aber weiters schon bei dieser Betrachtung des Modells, dass das dorsale Anwachsungsareal des Mesocardium laterale, unser Mesocardfeld, dem Embryonalkörper zugeschlagen ist. Ein Rest des cranialen Teiles der Mesocardfalte der früheren Stadien findet sich unmittelbar neben dem Ductus pleuropericardicus. Die das Feld begrenzende mediale Grenzfurche der früheren Stadien ist verstrichen, dafür ist nunmehr an der lateralen Seite des Mesocardfeldes eine scharf ausgeprägte, rinnenartige Begrenzung des Embryonalkörpers vorhanden; sie entspricht der lateralen Grenzfurche des früheren Stadiums. Sehr deutlich ist dieses Verhalten auch an den beiden als Textfigur abgebildeten Schnitten, an welchen der craniale Rest der Mesocardfalte noch als Vorragung gegen den Ductus pleuropericardicus zu erkennen ist, während an der Aussenfläche des Embryo nur mehr eine einzige Furche, die laterale Grenzfurche, zu sehen ist, die aber nicht gegen die Mesocardfalte, sondern gegen den lateralen Rand des Mesocardium laterale sich wendet. Das ganze Mesocardfeld ist somit aus der Ebene des Fruchthofes aufgerichtet und bei der Einverleibung in die Seitenwand des Embryonalkörpers um fast 90° gedreht worden. Die laterale Grenzfurche wirft auch an der Innenseite gegen das Cölom zu eine seichte Vorwölbung auf, die in Fig. 9 und Fig. 11 zu sehen ist und mit der Mesocardfalte ein an der cranialen Seite des Mesocardium laterale liegendes, etwa dreieckiges Feld, dessen Spitze nach oben gerichtet ist, begrenzt.

In der Ansicht von rechts her (Fig. 11) wird überdies die ganze Ausdehnung des Ductus pleuropericardicus deutlich, die mit 240 μ gegenüber dem vorigen Modell an Länge nicht wesentlich zugenommen hat. Eine Verschiebung gegenüber der Darmpforte ist nur insofern eingetreten, als mit der caudalwärts gerichteten Verlagerung der Darmpforte der Ductus jetzt grösstenteils cranial von der Darmpforte gelegen ist; doch

schliesst sich an den durch Verwachsung von Somato- und Splanchnopleura wirklich zum Abschluss gelangten Ductus noch ein ziemlich ausgedehntes Gebiet an, in welchem die beiden Pleurablätter aneinander bis zur Berührung genähert sind, ohne noch zu verwachsen.

Die Ansicht von links her (Fig. 10) zeigt wieder deutlich die Erscheinung, dass der Abschluss der ventralen Pericardöffnung an der linken Seite frühzeitig viel weiter vorgebildet ist als rechts, was eben damit zusammenhängt, dass die mächtig ausgebildete Ventrikelschleife sich weithin nach rechts ausdehnt.

Aus der Betrachtung der Modelle ergibt sich also:

1. Entsprechend der zuerst auftretenden Grenzfurche, die wir als mediale bezeichnet haben, wächst eine Falte, unsere Mesocardfalte, dem Sinus venosus entgegen und verwächst mit ihm zunächst dort, wo die Venae omphalomesentericae ins Herz einmünden; von diesem Punkt schreitet die Verwachsung caudalwärts längs der Venae omphalomesentericae fort.

2. Die Verwachsung erstreckt sich auch von der Mesocardfalte aus lateralwärts und nimmt ein anfänglich dem Fruchthof angehöriges Feld, das Mesocardfeld, ein.

3. Dieses Mesocardfeld hat zu seiner lateralen Begrenzung an der Dorsalseite eine neue Furche, welche nunmehr den Körper des Embryo vom Fruchthof abgrenzt, die laterale Grenzfurche. Nach Auftreten dieser Furche wird dieses ganze Gebiet aus der Ebene des Fruchthofes aufgerichtet und in den Körper des Embryo einbezogen; die erst aufgetretene mediale Grenzfurche verschwindet vollständig.

Der auffallendste Befund unserer Untersuchungen ist wohl der, dass die zuerst auftretende Grenzfurche zwischen Embryonalkörper und Fruchthof nicht die bleibende Abgrenzung der beiden Teile darstellt, sondern dass ein Teil des Frucht-

hofes nachträglich unter beträchtlichen Lageveränderungen dem Embryonalkörper hinzugeschlagen wird, eben unser Mesocardfeld. Aber dieser Vorgang ist wohl nur eine Teilerscheinung jenes allgemeineren Prozesses, durch welchen die Pericardialwand überhaupt gebildet wird; die auffallend dünne Umhüllung des Herzens auch in späteren Stadien, in welchen der Embryonalkörper schon bis auf den Nabelring aus dem Fruchthof herausgehoben ist, besteht offenbar gleichfalls aus einem solchen in den Embryonalkörper einbezogenen Stück des Fruchthofs. Inwieweit dieser Vorgang etwa mit der Erscheinung zusammenhängt, dass die Gefässe extraembryonal gebildet werden und in den Embryo hineinwachsen, und dass dementsprechend auch die Anregung für die Entwickelung des Herzens selbst von den Venae omphalomesentericae, also vom Fruchthof ausgeht, muss weiteren Untersuchungen anheimgestellt werden.

Zum Schlusse kann ich es nicht unterlassen, meinem verehrten Chef, Herrn Professor Dr. Otto Grosser für seine gütige Anregung und freundliche Unterstützung wärmstens zu danken.

Gemeinsame Buchstabenbezeichnung.

B. a. = Bulbus arteriosus.
D. C. = Ductus Cuvieri.
D. pp. = Ductus pleuropericardiacus.
E. = Embryonalkörper.
Gf. = Grenzfurche.
H. = Herz.
l. Gf. = laterale Grenzfurche.
m. Gf. = mediale Grenzfurche.
M. fa. = Mesocardfalte.
M. fe. = Mesocardfeld.
M. l. = Mesocardium laterale.
M. p. = Mesocardium posterius.
Pcw. = provisorische Präcardialwand (Ravn).
Ph. = Pharynx.
Phw. = Pharynxwulst.
Sopl. = Somatopleura.
S. v. = Sinus venosus.
V. o. m. = Vena omphalomesenterica.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel 11–14.

Sämtliche Abbildungen sind in 75facher Vergrösserung zur Darstellung gelangt.

Modell I

der Herzgegend eines Embryo von 17 Urwirbeln, entsprechend der Figur 13 der Normentafel.

Figur 1. Ventralansicht nach Wegnahme des grössten Teiles der provisorischen Präcardialwand und nach Wegnahme des Herzens.

Figur 2. Ansicht desselben Modelles von der linken Seite her bei erhaltenem Herzen.

Figur 3. Ansicht von der rechten Seite her.

Figur 4. Schnitt 70 μ unter der Einmündung der Venae omphalomesentericae ins Herz.

Modell II

eines Embryo von 19 Urwirbeln, entsprechend der Figur 14 der Normentafel.

Figur 5. Ansicht von der kranialen Seite.

Figur 6. Ansicht von der dorsalen Seite.

Figur 7. Schnitt durch die Einmündungsstelle des Ductus Cuvieri und der Venae omphalomesentericae in den Sinus venosus.

Figur 8. Schnitt 90 μ kaudalwärts von Figur 7.

Modell III.

Der Embryo entspricht gleichfalls der Figur 14 der Normentafel, ist aber im ganzen etwas weiter entwickelt als der in Modell II zur Darstellung gelangte.

Figur 9. Ansicht des Modells von der kranialen Seite nach Wegnahme des oberen Teiles.

Figur 10. Ansicht des ganzen Modells von der linken Seite.

Figur 11. Ansicht des ganzen Modells von der rechten Seite bei weggenommenem Herzen.

Literaturverzeichnis.

Brachet, A., Recherches sur le développement de la cavité hépato-entérique de l'Axolotl et de l'arrière-cavité du péritoine chez les mammifères (Lapin). Archives de biologie 1895. T. XIII.

Brouha, M., Recherches sur le développement du foie, du pancréas, de la cloison mésentérique, et des cavités hépato-entériques chez les oiseaux. Journal de l'anatomie et de la physiologie T. XXXIV. 1898.

Hochstetter, F., Über das Gekröse der hinteren Hohlvene. Anat. Anz. Bd. III. 1888.

— Über partielle und totale Scheidewandbildung zwischen Pleurahöhle und Peritonealhöhle bei einigen Sauriern. Morph. Jahrbuch Bd. XXVII. 1899.

— Über die Entstehung der Scheidewand zwischen Pericardial- und Peritonealhöhle und über die Bildung des Canalis pericardiaco-peritonaealis bei Embryonen von Acanthias vulgaris. Morph. Jahrbuch Bd. XXIX. 1900.

— Die Entwicklung des Blutgefässsystems. Handbuch d. vergleichenden und experimentellen Entwickelungsgeschichte d. Wirbeltiere. Jena 1902.

Lockwood, C. B., The early development of the pericardium, diaphragma and great veins. Phil. Trans. R. Soc. London Vol. CLXXIX. 1888.

Ravn, E., Die Bildung des Septum transversum beim Hühnerembryo. Arch. f. Anat. u. Physiologie 1896.

Aus dem anatomischen Institut der Universität Upsala.

DIE ENTWICKELUNG DER VORDEREN AUGENKAMMER.

VON

C. LINDAHL,
UPSALA.

Mit 65 Abbildungen auf den Tafeln 15/22.

Von Angaben, die sich in der Literatur bezüglich der Entwickelung der vorderen Augenkammer finden, sind die wichtigsten folgende.

Nach Koelliker (1) (1879) wird die Kammer beim Kaninchen als ein seröser Spaltenraum gebildet. Die Hornhaut und die Pupillarmembran gehen aus einer gemeinsamen Anlage hervor, die aus einem Mesenchymgewebe zwischen der Linse und dem Ectoderm besteht. Wenn dieses Mesenchymgewebe, die sog. primitive Cornea, einen gewissen Grad von Mächtigkeit erreicht hat, teilt sie sich in zwei Schichten. Die eine ist die definitive Cornea, die andere, die ganz dünn und gefässreich ist, ist die Pupillarmembran. Später entsteht zwischen diesen Schichten ein Spaltraum, die Kammer.

Ayres (2) (1879) kam bei einer Untersuchung an Schafembryonen zu dem Ergebnis, dass die Kammer, das Endothel der Hornhaut und das Ligamentum pectinatum durch ein Schmelzen von Mesenchymgewebe hinter der Hornhautanlage entstehen. Dieser Prozess gab sich bei Embryonen von 25 bis 30 cm Länge zu erkennen. Bei diesen war die Membr. Descem. angelegt, und das Mesenchym nächst der Linse hatte sich zu einer gefässhaltigen Membran gestaltet. Das zwischen liegende Gewebe hatte das Aussehen eines Maschenwerks mit Lücken angenommen, die durch mit platten Zellen bekleideten, feinen Gewebsbalken voneinander geschieden waren. Dieselbe Auskleidung von platten Zellen fand sich an der Membr. Descem.

zwischen den an derselben inserierenden Balken. Mit fortschreitender Entwickelung sollen die Balken an Zahl abnehmen, während die Zwischenräume an Grösse zunehmen und die Zellenauskleidung der Membr. Descem., d. h. das künftige Hornhautendothel, vollständiger wird. Schliesslich bleibt von dem Balkenwerk nur eine neben dem Hornhautrande liegende, ziemlich engmaschige Partie, das künftige Ligamentum pectinatum, übrig. Die Stelle, wo das Auftreten der Gewebslücken und Zellbalken stattfindet, ist bald mehr peripher, bald mehr central belegen.

Angelucci (3) (1881) liefert Angaben über die Entstehung der vorderen Kammer bei Vögeln und Säugetieren. Ihre Bildung fällt nach diesem Autor bei beiden Klassen mit dem Auftreten des Endothels der Hornhaut und der Irisanlage zusammen. Bei Vögeln (Huhn) ist die Kammer ursprünglich eine schmale, zwischen der vorderen Linsenfläche und der Hornhautanlage belegene und mit einige Wanderzellen enthaltender Flüssigkeit angefüllte Spalte, die allmählich, von der Peripherie nach dem Centrum hin, an Breite zunimmt. Bei Säugetieren (Schweineembryo von 23 mm Länge) tritt eine Anzahl zwischen der Hornhaut einerseits, der Irisanlage und der Pubillarmembran andererseits belegener, kleiner Lücken auf, deren Wände mit Endothel bekleidet sind, und die durch in das Gewebe eingedrungene Flüssigkeit (wässerige Feuchtigkeit) entstehen. Im weiteren Verlaufe der Entwickelung verschwinden die Zwischenwände und die Lücken vereinigen sich zu einem einzigen Raum, der die Hornhaut von der Iris und der Pupillarmembran trennt. Die Kammer ist anfangs nur peripher deutlich sichtbar (Schafembryo, 90 mm). Ihre fernere Entwickelung geschieht im Zusammenhang mit der Entwickelung des Corpus ciliare.

Gabriélidès (4) (1895) hat die Entstehungsweise der vorderen Kammer beim Huhn beschrieben. Bei dem fünf Tage

alten Embryo finden sich eingedrungen zwischen Cornealanlage und Linse Mesodermzellen, die gegen Ende des 5. und Anfang des 6. Tages sich ordnen, um das Endothel der Hornhaut zu bilden. Gleich danach erfolgt eine rasche Proliferation von Mesodermzellen in der Richtung nach der vorhandenen Berührungsstelle zwischen dem Retinalrande (Augenbecherrande) und der Linse hin. Durch die Regularisierung von Mesoderm zu Hornhautendothel und durch die eben erwähnte Proliferation von Mesoderm entsteht ein von der Hornhaut, der Linse und der Retina begrenzter Raum, der den ersten Anfang der vorderen Kammer bildet. Bei dem sieben Tage alten Embryo findet sich eine Mesodermausbuchtung in dem Winkel zwischen der Hornhautanlage und dem Augenbecherrande, die bei dem neun Tage alten Embryo landzungenförmig in die Kammer hineinragt. Diese Ausbuchtung stellt die Irisanlage (den mesodermalen Teil) dar und bildet mit der Hornhautanlage einen Winkel, den Kammerwinkel.

Nach Jeannulatos (5) (1896) entsteht die Kammer bei Säugern und beim Menschen frühzeitig als eine seröse Höhlung, deren Wände mit Endothel bekleidet sind. Das Mesenchym zwischen der Linse und dem Hornhautektoderm spaltet sich in eine vordere und eine hintere Partie. Die erstere bildet das Hornhautparenchym, die letztere ist das sog. Lamina iridopupillaris. Der centrale Teil dieser letzteren bildet die Membr. pupillaris, ihr peripherer das Irisstroma, und ihre Basis geht als ein bedeutender Teil in die Bildung des Ligamentum pectinatum ein.

De Waele (6) (1902) hat die Entstehungsweise der Kammer bei verschiedenen Tierklassen studiert. Bei Fischen und Fröschen entsteht sie dadurch, dass das Mesoderm, das die distale Linsenfläche umgibt, sich hiervon trennt, um die Cornea zu bilden. Bei der Eidechse und bei Vögeln wird die Kammer durch eine Spaltung dieses Mesoderms gebildet, das

hierdurch in zwei Partien geteilt wird. Die vordere bildet die Cornea, die hintere, nach der Linsenseite zu gelegene, besteht aus einem bald verschwindenden Endothel. Bei Säugern entsteht die Kammer gleichfalls durch eine derartige Spaltung des Mesoderms. Nach der Linsenseite hin bildet sich hierdurch statt eines Endothels eine gefässreiche Membran (Pupillarmembran), die mit der Gefässkapsel, welche im übrigen die Linse umgibt, zusammenhängt.

Wolfrum (7) (1903) findet bei Schafembryonen die erste Anlage zur Kammer bei solchen von 32 mm und bei Schweineembryonen dieselbe bei solchen von 46 mm Nackensteisslänge. Sie liegt peripher und besteht aus einem schmalen, ringförmigen Spaltenraum zwischen der Cornea einerseits, Iris und vorderer Linsenfläche andererseits. Der vordere Linsenpol und die umgebenden Teile der vorderen Linsenfläche liegen in diesen Stadien noch dicht der Cornea an. Der Raum breitet sich dann in der Richtung von der Peripherie nach dem Centrum hin aus, woselbst der vordere Linsenpol sich zuletzt von der hinteren Cornealfläche trennt. Der Raum entsteht im Zusammenhang mit der Entwickelung des Corpus ciliare. Mit der Anlegung der Iris bzw. des Corpus ciliare erfolgt ein Zug der Linse nach hinten gleichzeitig damit, dass die Hornhaut zirkulär durch die Entwickelung des Corpus ciliare eingeschnürt wird. Die Hornhaut nimmt hierdurch eine stärkere Wölbung als vorher an, so dass ein Zurücktreten der Linse und eine Vorschiebung der Hornhaut die Entstehung der Kammer bedingen.

Seefelder und Wolfrum (8) (1906) liefern Angaben über die Entwickelung der Kammer beim Menschen. Bei den jüngsten untersuchten Embryonen von 53, 55 und 70 mm Länge (zwischen dem Ende des zweiten und dem Ende des dritten Monats) war eine Kammer noch nicht wahrzunehmen, und bei einem Embryo aus dem Ende des 4. Monats fehlte sie noch. Bei einem Embryo aus dem Ende des 5. Monats war die erste

Anlage zur Kammer in Form einer kleinen Lücke zwischen dem Endothel der Membr. Descem. und der Membr. pupillaris an der Stelle vorhanden, wo diese von der vorderen Linsenfläche auf die Iris übergeht. Ein Embryo zu Anfang des 6. Monats zeigte die Kammer peripher entwickelt. Die Linse lag mit dem vorderen Pol der hinteren Cornealfläche an, so dass die Kammer central noch nicht vorhanden war. Bei einem Embryo aus der Mitte des 6. Monats fand sich eine seichte Kammer. Sie war der ganzen Ausdehnung nach ausgebildet, indem der vordere Linsenpol sich von der hinteren Cornealfläche getrennt hatte. Noch im 7. Monat ist die Kammer sehr seicht, und erst bei einem Embryo im 8. Monat war sie ansehnlich vertieft. Wie Seefelder und Wolfrum betonen, stehen ihre Beobachtungen in Gegensatz zu denen gewisser anderer früherer Autoren, die schon viel früher beim Menschen die Kammer ausgebildet angetroffen haben.

So gibt Rochon-Duvigneaud (9) für einen menschlichen Embryo, der unbedeutend älter als 3 Monate war, an, dass die Kammer tief und wohlentwickelt war. Auch nach Gabriélidès' (a. a. O.) Beschreibung eines Auges von einem 3 Monate alten Embryo ist anzunehmen, dass die Kammer hier vorhanden gewesen ist, und Jeannulatos (a. a. O.) traf eine wohlausgebildete Kammer bei einem menschlichen Embryo von $4^1/_2$ Monate Alter an. Nach Seefelder und Wolfrum sind diese Befunde von Kammern in verhältnismässig frühen Stadien als Kunstprodukte aufzufassen.

Brückner (10) (1906) scheint der obenerwähnten Auffassung zu sein, dass die Kammer durch eine Spaltung des Mesenchyms zwischen Linse und Ectoderm entsteht, d. h. durch die Teilung einer primitiven Cornea in eine definitive Cornea und die Lamina irido-pupillaris. Er gibt in Übereinstimmung mit Wolfrum an, dass die Kammer beim Schaf sowie beim Kaninchen und bei Stenops gracilis zuerst peripher als ein zirkulärer Spaltenraum auftritt.

Nach Cosmettatos (11) (1911) tritt die Kammer beim Menschen im 3. Monat auf und erlangt ihre volle Entwickelung im 7. Monat. Sie entsteht nach diesem Autor auf folgende Weise. Das Mesenchym vor der Linse differenziert sich in einen vorderen Teil, der sich zur Hornhaut umbildet, und einen hinteren, der die Lamina irido-pupillaris (die mesenchymale Iris und die Pupillarmembran) ist. Wenn die Hornhaut gebildet worden ist, wird sie nach hinten durch das Endothel begrenzt. Dicht an derselben findet eine Resorption des Gewebes der Pupillarmembran statt. Hierdurch entsteht eine Spalte, die Kammer, zwischen dem Endothel und der Pupillarmembran. Die Kammer erreicht ihre volle Entwickelung erst, nachdem die Ciliarfortsätze gebildet worden sind, die dadurch, dass sie wässerige Feuchtigkeit absondern, die Kammer erweitern und die Linse nach hinten drängen.

Wie aus dem vorstehenden Bericht ersichtlich, sind verschiedene Autoren zu der Auffassung gelangt, dass die Kammer durch eine Spaltenbildung im Mesenchym zustande gekommen ist, die nach der Abschnürung der Linse zwischen dem Ectoderm und der vorderen Linsenfläche nebst angrenzenden Teilen der Aussenwand der Augenbecher vorhanden ist, und diese Entwickelung soll bei Eidechse, Vögeln, Säugern wie auch beim Menschen vorliegen.

Wir finden andererseits, dass die Angaben verschiedener Autoren, auch bezüglich derselben Art von Untersuchungsobjekten nicht selten, was die Zeit für das Auftreten der Kammer betrifft, wesentlich voneinander abweichen.

Die Auffassung von der Entstehung der Kammer durch Bildung eines Spaltenraumes oder einer Lücke in dem Mesenchym zwischen Linse und Ectoderm findet sich in embryologischen Handbüchern wieder.

Hertwig (14) gibt betreffs Säuger und Mensch an, dass das Mesenchym zwischen der abgeschnürten Linse und dem

Ectoderm sich in zwei Schichten, die Pupillarmembran und die Hornhaut, teilt, und dass sich zwischen diesen Schichten ein schmaler Spaltenraum, die Kammer, ausbildet, die sich mit dem Auftreten der Iris allmählich vergrössert.

Broman (15) gibt in seinem Handbuch der normalen und abnormalen Entwickelung des Menschen an, dass in dieser Mesenchymschicht bei ca. 20 mm langen Embryonen kleine Gewebslücken beobachtet werden können, deren Scheidewände bald verschwinden, so dass eine grössere Gewebslücke entsteht, die die Anlage der Kammer darstellt, und die die Hornhaut von der Pupillarmembran trennt.

Keibel (16) verweist in seinem und Malls Handbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen betreffs der Entwickelung der Kammer auf die oben erwähnten Untersuchungen von Seefelder und Wolfrum, Jeannutatos u. a. Keibel meint indessen, dass die Kammer früher auftritt, als es Seefelder und Wolfrum angeben, und verweist auf zwei in Keibel und Elzes „Normaltafeln" angeführte Embryonen (Tab. Nr. 79 und Nr. 84), bei denen eine Kammer vorhanden war. Keibel spricht die Vermutung aus, dass die Kammer „vorübergehend wieder undeutlich wird", und dass Seefelder und Wolfrum ihr erstes Auftreten nicht beobachtet haben.

Die Untersuchung über die Entwickelung der Kammer, die ich in vorliegender Arbeit mitteile, umfasst ein verhältnismässig sehr grosses Material, von dem die nachstehend aufgeführten Embryonen der folgenden Darstellung zugrunde gelegt worden sind.

I. Selachier: Torpedo ocellata, 3 Stadien von folgender Länge: Nr. 1 = 17 mm, Nr. 2 = 23 mm, Nr. 3 = 45 mm.

II. Amphibien: Frosch (Rana temporaria), 5 Stadien von folgender Länge: Nr. 1 = 6,5 mm, Nr. 2 = 8 mm, Nr. 3 = 8,5 mm, Nr. 4 = 12 mm, Nr. 5 = 14,5 mm.

III. Reptilien: 1. Natter, 5 Stadien von folgender Länge: Nr. 1 = 3,3 mm, Nr. 2 = 4,6 mm, Nr. 3 = 6,2 mm, Nr. 4 = 8 mm, Nr. 5 = 12 mm.

2. Blindschleiche (Anguis fragilis), 3 Stadien von folgender Länge: Nr. 1 = 4,4 mm, Nr. 2 = 6,5 mm, Nr. 3 = 8,2 mm.

IV. Vögel: 1. Zahme Ente, 7 Stadien von folgender Länge: Nr. 1 = 7,5 mm, Nr. 2 = 9,7 mm, Nr. 3 = 10,2 mm, Nr. 4 = 13 mm, Nr. 5 = 16,5 mm, Nr. 6 = 20 mm, Nr. 7 = 34 mm.

2. Haubensteissfuss (Podiceps cristatus), 7 Stadien von folgender Länge: Nr. 1 = 7,5 mm, Nr. 2 = 7,3 mm, Nr. 3 = 8,5 mm, Nr. 4 = 12,1 mm, Nr. 5 = 15 mm, Nr. 6 = 17 mm, Nr. 7 = 23 mm (ausserdem Rekonstruktionen für 2 Stadien von 12,8 bzw. 14,5 mm Länge).

V. Säuger: 1. Katze, 7 Stadien von folgender Länge (Nackensteisslänge): Nr. 1 = 10 mm, Nr. 2 = 13 mm, Nr. 3 = 10,9 mm, Nr. 4 = 20 mm, Nr. 5 = 25 mm, Nr. 6 = 55 mm, Nr. 7 = 61 mm.

2. Kaninchen: Stadien von der Länge (Nackensteisslänge) 11,2, 15, 17 und 27 mm, sowie ein nahezu ausgetragener Fötus; ausserdem einige jüngere, in der Beschreibung nicht besonders erwähnte Stadien.

VI. Mensch: 18 Stadien von folgender Länge (Nackensteisslänge): Nr. 1 = 3,4 mm, Nr. 2 = 4,5 mm, Nr. 3 = 5 mm, Nr. 4 = 6,1 mm, Nr. 5 = 7,7 mm, Nr. 6 = 7,2 mm, Nr. 7 = 10,3 mm, Nr. 8 = 16 mm, Nr. 9 = 17,1 mm, Nr. 10 = 22,7 mm. Nr. 11 = 21 mm, Nr. 12 = 21,1 mm, Nr. 13 = 31 mm, Nr. 14 = 35 mm, Nr. 15 = 51 mm, Nr. 16 = 52 mm, Nr. 17 = 90 mm, Nr. 18 = 120 mm.

Sämtliche Embryonen, die den Sammlungen des anatom. Instituts der Universität Upsala angehören (mit Ausnahme Nr. 2,

Mensch, welches Embryo mir von Herrn Prof. E. Müller in Stockholm zur Verfügung gestellt worden ist), sind in Serien geschnitten; Schnittdicke meistens = 12 μ. Nähere Angaben über die Präparierung werden bei den Beschreibungen der einzelnen Stadien geliefert.

Die Untersuchung ist teilweise lediglich durch Studien der Schnitte geschehen. Sofern ich auf diesem Wege nicht zu hinreichend klarer Auffassung betreffs gewisser Verhältnisse gelangen konnte, oder wo ich Rekonstruktionsmodelle zur Demonstration für wünschenswert erachtete, habe ich solche angefertigt, wobei ich mich der Bornschen Methode bediente. Die zahlreichen Rekonstruktionsmodelle, die ich angefertigt habe, sind hier nur zu einem geringeren Teil erwähnt oder abgebildet.

Die abgebildeten Schnitte der Augenanlagen sind solche, die central durch die Pupillenöffnung geführt worden sind. Die Schnittbilder sind Photographien nach Originalzeichnungen, die von Frl. E. Jungberg, Upsala, ausgeführt worden sind. Die Abbildungen der Rekonstruktionsmodelle sind Photographien ($^1/_2$ der natürlichen Grösse der Modelle).

Ich begann die Untersuchung mit den Vögeln, die bezüglich der Entwickelung der Kammer mir im Vergleich mit dem Menschen und den Säugern einfachere Verhältnisse darzubieten schienen, und setzte zunächst die Untersuchung abwärts in der Tierreihe fort. Hiernach ging ich zur Untersuchung des Menschen und der Säuger über. Auch bei der Darstellung der Ergebnisse scheint es mir von einem gewissen Vorteil, an dieser Reihenfolge festzuhalten.

Vögel.

Ente.

Stadium 1. Länge = 7,5 mm (137 Stunden). Fig. 1. Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Augenbecher wohl ausgebildet. Das distale Augenbecherblatt verdickt. Das verhältnismässig dünne proximale Blatt ohne Pigment. Die Augenbecherspalte geschlossen bis auf eine kleinere Öffnung neben dem Stiel des Augenbechers und einer solchen in der Nähe der Pupillenöffnung[1]). Die Linse von dem Ectoderm abgeschnürt, so gut wie ausgefüllt mit hervorgewachsenen Linsenfasern, mit stark abgeplatteter hinterer Fläche. Die geräumige Augenbecherhöhle ist nach der der Augenbecherspalte entgegengesetzten Seite hin (nach oben in der Figur) beträchtlich ausgebuchtet, und der Augenbecherrand ist hier nach der Pupillenöffnung hin umgebogen. Der vorderste Teil des Augenbecherblattes liegt hier der Linsenfläche an dem Übergange zwischen ihren vorderen und ihrer äquatorialen Partie dicht an. Seitwärts von der Augenbecherspalte ist die Augenbecherhöhle nur ganz unbedeutend ausgebuchtet. Der Augenbecherrand ragt hier weiter vor an dem Äquator der Linse vorbei, und ein Zwischenraum findet sich hier zwischen derselben und der Wand des Augenbechers. Die Linse zeigt infolge der eben beschriebenen Verhältnisse eine Schrägstellung im Verhältnis zur Pupillenöffnung. Das Ectoderm über die Pupillenöffnung mässig vorgewölbt im Verhältnis zur Umgebung, von der Linsenfläche durch einen Zwischenraum getrennt. (Auf einem centralen Gebiet ist das dünne Ectoderm gegen eine Partie der höchsten Wölbung der Linsenfläche eingedrückt. Diese Anlagerung ist deutlich artefakt.) Das Mesoderm ragt sich verschmälernd in centraler Richtung zwischen das Ectoderm und die Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung hinein, ohne dieselbe völlig zu erreichen. Zwischen der Linse nebst einem kleinen Gebiet der vorderen Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung und dem Ectoderm findet

[1]) Ich benutze in der Darstellung den Ausdruck Pupillenöffnung in bezug auf die vordere Öffnung des Augenbechers, ob die retinale Iris ausgebildet gewesen ist oder nicht.

sich demnach ein Raum, der an der Peripherie von dem nach der Pupillenöffnung zu hineinragenden Mesodermgewebe umgeben wird. Durch den zwischen der Linse und dem Augenbecher seitwärts von der Augenbecherspalte befindlichen Zwischenraum steht der Raum in Verbindung mit der Augenbecherhöhle. Er enthält gleich der Augenbecherhöhle eine fibrilläre, schwach gefärbte Substanz.

Stadium 2. Länge = 9,7 mm (152 Stunden). Fig. 2. Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Das proximale Augenbecherblatt enthält nunmehr Pigment. Die Augenbecherhöhle nach den Seiten hin ausgebuchtet, auch in der Gegend der Augenbecherspalte und des Augenbecherrandes überall nach der Pupillenöffnung hin umgebogen. Seitwärts von der Augenbecherspalte (nach unten in der Figur) ist die Ausbuchtung der Augenbecherhöhle weniger bedeutend als nach der entgegengesetzten Seite hin, wodurch die Pupillenöffnung eine entsprechend excentrische Lage aufweist. Die Linse, deren hintere Fläche wie im vorigen Stadium stark abgeplattet ist, füllt so gut wie vollständig die Pupillenöffnung aus, und der Augenbecherrand liegt dicht vor dem Äquator der Linse. Das Ectoderm zeigt über der Pupillenöffnung eine mässige Vorwölbung und peripher von dieser eine leichte Einsenkung im Verhältnis zur Umgebung. Es ist auf einem centralen Gebiet leicht nach der Linsenfläche hin eingedrückt, welche Eindrückung deutlich artefakter Natur ist. Vor der Linse findet sich, wie im vorigen Stadium, ein Raum, der durch Einwachsen des Mesenchyms dieselbe Ausdehnung wie die Pupillenöffnung und ferner eine in den centralen Partien noch unvollständige vordere Begrenzung durch Mesenchymgewebe erhalten hat. Das Mesenchym zwischen dem Ectoderm und der Augenbecherwand bedeckt diese letztere bis zur Pupillenöffnung und ragt über eine ihrer lateralen Partien hinein, sich zu einer einfachen Zellenschicht verschmälernd, die noch über einem centralen Gebiet

mangelt. Die hintere Begrenzung dieser Mesenchymeinwachsung über die Pupillenöffnung ist schwach bogenförmig nach vorn gebogen, nicht völlig scharf, indem vereinzelte Zellen in den vor der Linsenfläche belegenen Raum weiter als andere hineinragen. Die vordere Begrenzung, die im ganzen genommen eine Beugung hat, welche der des davorliegenden Ectoderms entspricht, wird von diesem durch einen schmalen Zwischenraum getrennt. Dieser enthält eine feinfibrilläre Substanz, die mit gefältelter Begrenzung sich gegen die Mesodermeinwachsung absetzt. Diese gefältelte Begrenzung hat das Aussehen einer feinen Membran, die der verdichteten Oberflächenschicht der Substanz nach dem Mesoderm hin zu entsprechen scheint.

Stadium 3. Länge = 102 mm (161 Stunden). Fig. 3. Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Hintere Fläche der Linse mehr gewölbt als vorher. Der oben erwähnte Raum vor der Linse hat nunmehr eine vollständige vordere Begrenzung durch Mesenchymgewebe erhalten. Er hat, wie im nächstvorhergehenden Stadium, dieselbe Ausdehnung wie die Pupillenöffnung. Das Mesenchym zwischen der Augenbecherwand und dem Ectoderm in der Umgebung der Pupille deckt wie im vorigen Stadium die Augenbecherwand bis zum Pupillenrande und schiebt sich vor die Pupillenöffnung in deren ganzen Ausdehnung. Centralwärts von dem Augenbecherrande verschmälert sich das über die Pupillenöffnung eingewachsene Mesenchym, das nach vorn zu den Raum vor der Linse abgrenzt, zu einer einfachen Zellschicht, die nunmehr auch vor den centralen Partien der Linsenfläche ausgebildet worden ist. Die Begrenzung des Raumes durch das Mesenchym vor der Linse bildet einen Bogen, der sich über die Pupillenöffnung spannt. Lateralwärts von der einzelligen Schicht ist diese Begrenzung wie vorher nicht völlig scharf, indem vereinzelte Zellen weiter in den Raum hineinragen als andere. Zwischen dem Ectoderm und dem über die Pupille einge-

wachsenen Mesenchym mit seiner Fortsetzung gleich nach aussen von der Pupillenöffnung findet sich eine Schicht der oben erwähnten, feinfibrillären Substanz. Die dem Mesodermgewebe zugewandte Oberflächenschicht derselben scheint zu einer hier wahrnehmbaren, feinen, gefältelten Membran verdichtet zu sein. In dem Mesoderm gleich nach aussen von der Pupille sieht man nahe der Augenbecherwand ein grösseres ringförmiges Gefäss.

Stadium 4. Länge = 13 mm (185 Stunden). Fig. 4. Querschnitt = 12 μ. Hämatoxylin-Eosin.

Eine Partie der Augenbecherwand dicht an der Pupillenöffnung ist gleichsam nach vorn im Verhältnis zu ihrer Umgebung umgebogen, über die sie hervorragt und in die sie ohne scharfe Grenze übergeht. Der Augenbecherrand ist mehr centralwärts vorgeschoben als im vorigen Stadium, so dass er weniger peripher von der einzelligen Mesenchymschicht liegt als im vorigen Stadium. Die Mesenchymbegrenzung des Raumes vor der Linse ist an der Peripherie bogenförmig auswärts gebogen, so dass der Raum seitwärts nunmehr sich etwas nach aussen von der Pupillenöffnung erstreckt. Ein ganz kleines Gebiet der Augenbecherwand dicht am Pupillenrande ist von Mesenchymgewebe unbedeckt. Dicht neben diesem Gebiete enthält das Mesenchymgewebe ein grösseres, mit Blutkörperchen angefülltes, ringförmiges Gefäss, offenbar dasselbe, das bei dem vorigen Stadium erwähnt wurde und das auch im weiteren Verlaufe der Entwickelung wieder angetroffen wird. In die feinfibrilläre Substanz hinter dem Ectoderm über der Pupillenöffnung nebst ihrer nächsten Umgebung ist Mesenchym aus der Umgebung eingewachsen. Diese Einwachsung erstreckt sich ein Stück vor die lateralen Partien der einzelligen Mesenchymschicht und bildet einen spitzen Winkel mit dem Mesenchym, von dem die einzellige Schicht ausgeht. Ihre Zellen nehmen an Zahl nach dem Zentrum hin ab und liegen in den mehr centralen Partien

ganz spärlich in der feinfibrillären Substanz, durch unregelmässige Zwischenräume voneinander geschieden. Die feinfibrilläre Substanz wird nach hinten durch eine feine Membran, wie im vorigen Stadium, begrenzt, und hinter dem Ectoderm sieht man gleichfalls eine feine Membran, die die vordere, verdichtete Oberflächenschicht der feinfibrillären Substanz darzustellen scheint.

Stadium 5. Länge = 16,5 mm (209 Stunden). Fig. 5. (Fig. 57, 58.) Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Wir finden in diesem Stadium den Raum vor der Linse als wohlausgebildete vordere Kammer wieder.

Der Augenbecherrand ist in centraler Richtung vorgedrungen, so dass er hinter den lateralen Partien der einzelligen Mesenchymschicht liegt, die die Kammer nach vorn abgrenzt und die das Endothel der Hornhaut darstellt. Die Kammer erstreckt sich somit weiter nach aussen von der Pupillenöffnung als vorher. Bei seinem Vorwachsen ist der Augenbecherrand von Mesenchymgewebe begleitet worden, der die Augenbecherwand in der Umgebung der Pupille bis auf ein ganz kleines Gebiet neben dem Pupillenrande bedeckt. Dieses Mesenchymgewebe bedeckt als die mesenchymale Irisanlage die nachstehend erwähnte retinale Irisanlage und grenzt die Kammer nach hinten peripherwärts von der Pupillenöffnung ab. Die Kammer hatte im vorigen Stadium eine bogenförmige Begrenzung nach der Peripherie zu. Ihre vordere Begrenzung bildet nunmehr mit der hinteren eine winkelförmige, mit der Spitze abgerundete Begrenzung des Raumes peripherwärts, welche Abgrenzung der Kammerwinkel ist. Die hintere mesenchymale Begrenzung der Kammer verläuft leicht bogenförmig mit der Konkavität nach vorn. Das Hornhautendothel läuft unmittelbar vor dem Kammerwinkel in einen Zug relativ dicht liegender Mesenchymzellen aus, der in peripherer Richtung weitergeht.

Die früher nach vorn umgebogene Partie der Augenbecher-

wand um die Pupillenöffnung herum ist mit dem Randteil nach derselben hingebogen worden. Die retinale Irisanlage beginnt teils hierdurch, teils dadurch, dass die beiden Augenbecherblätter innerhalb dieses Randteiles Pigmentierung aufweisen, sich zu markieren. In die lateralen Partien des äusseren Augenbecherblattes innerhalb dieses, nicht scharf abgegrenzten Randteiles ragt eine stark pigmentierte Zone aus der Umgebung hinein. Dicht an der Pupillenöffnung ist die Pigmentierung im äusseren Blatte spärlich, desgleichen über dem Umschlagsrande und in dem pigmentierten Teile des inneren Blattes.

Das Hornhautstroma hat sich in diesem Stadium entwickelt, indem die Mesenchymeinwachsung in die feinfibrilläre Substanz hinter dem Ectoderm über der Pupillenöffnung, die im vorigen Stadium nur lateral vorhanden war, nunmehr fortgeschritten ist, so dass die Mesenchymzellen auch über den Centralpartien der Hornhaut vorhanden sind. In der Nähe des Ectoderms liegen diese Zellen relativ dicht. Dem Endothel zunächst findet sich noch ein nahezu zellenfreies Gebiet mit feinfibrillärer Substanz. Die vordere Begrenzung derselben ist unscharf, indem Zellen unregelmässig von den davorliegenden Partien her hineinragen. Das Hornhautstroma wird gegen das Ectoderm und das Endothel durch die oben erwähnten, feinen Membranen abgegrenzt.

Eine Wachsplattenrekonstruktion wurde teils von den vorderen Partien des einen Augenbechers, teils von dem Mesenchym nebst dem Ectoderm vor demselben angefertigt (Vergrösserung = 65 mal).

Fig. 57 zeigt das erstere Rekonstruktionsmodell in $^1/_2$ natürlicher Grösse. Die Irisanlage erscheint als ein über die Umgebung emporragender Wall um die Pupillenöffnung herum.

Fig. 58 zeigt die eine Hälfte des anderen Rekonstruktionsmodells ($^1/_2$ natürliche Grösse), die sich dazu eignet, die partielle hintere Begrenzung der Kammer durch Mesenchymgewebe und das Aussehen des Kammerwinkels zu demonstrieren.

Stadium 6. Länge = 20 mm. Fig. 6.

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Die Kammer erstreckt sich weiter peripher von der Pupillenöffnung als im vorigen Stadium und reicht ein Stück nach aussen von der Irisanlage. Ihre hintere periphere Mesenchymbegrenzung leicht S-förmig gebogen, leicht nach vorn konvex über der retinalen Irisanlage, peripher hiervon leicht nach vorn konkav. Die Zellen, die diese Begrenzung bilden, liegen in Reihen angeordnet, eine endothelähnliche Schicht bildend. In dem Mesenchym über der Irisanlage und ihrer Umgebung sind die Zellen relativ dicht angehäuft, desgleichen in einer gefässreichen Schicht längs der übrigen Augenbecherwand. Zwischen dieser Schicht und dem Zuge dicht liegender Zellen, der von dem Kammerwinkel aus sich peripher in schräger Richtung nach der Augenbecherwand hin erstreckt und sich an dieselbe ungefähr am Übergange zwischen ihrer vorderen und ihrer Seitenpartie anlegt, liegen die Zellen relativ spärlich. In dem Hornhautstroma findet sich, wie früher, dem Endothel zunächst ein relativ zellenfreier Raum mit feinfibrillärer Substanz. Die Membran, die nach vorn hin das Hornhautstroma von dem Ectoderm trennt, ist dicker als vorher. Die hintere Membran dem Endothel zunächst ist ganz dünn und liegt dem Endothel entlang dicht an.

Die retinale Irisanlage ist besser abgegrenzt als im vorigen Stadium. Sie setzt sich durch eine stärkere Krümmung als vorher von der nächsten Umgebung der beiden Augenbecherblätter ab, die stärker nach vorn gebeugt ist als im vorigen Stadium. Eine scharf markierte Zone von Pigment ragt wie vorher von der Umgebung her in die lateralen Partien des äusseren Irisblattes hinein, während der Umschlagsrand und das innere Blatt wie vorher spärlich pigmentiert sind. Ein ganz kleines Gebiet der Iris nächst dem Pupillenrande ist wie vorher von Mesenchymgewebe unbedeckt.

Die Pars coeca retinae beginnt sich von der Pars optica abzugrenzen. Die äussere Begrenzung des inneren Augenbecherblattes zeigt entsprechend dem Übergange von der relativ mächtigen Pars optica zu der dünnen Pars coeca eine schwach bogenförmige Beugung gegen die innere Begrenzung (nach der Augenbecherhöhle hin). Diese innere Begrenzung setzt sich ohne besondere Krümmung über den Übergang zwischen dem dünnen distalen und dem mächtigeren proximalen Teil des Blattes hin fort.

Stadium 7. Länge = 34 mm. Fig. 7.

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Die Kammer erstreckt sich wie im vorigen Stadium nach aussen von der Irisanlage. Das Mesenchymgewebe, das ihre hintere Begrenzung bildet, ist S-förmig wie vorher gebogen, und die Zellen, die diese Begrenzung bilden, liegen wie vorher in einer Reihe, eine endothelähnliche Schicht bildend. In der Hornhaut findet sich noch dem Endothel zunächst ein schmales, nahezu zellenfreies Gebiet mit feinfibrillärer Substanz. Der von der Gegend des Kammerwinkels her in peripherer Richtung verlaufende Zug relativ dicht liegender Mesenchymzellen legt sich beim Übergang zwischen Pars optica und Pars coeca an die Augenbecherwand an.

Die beiden Blätter der retinalen Irisanlage sind stark pigmentiert, leicht gebogen mit der Konkavität nach vorn. Die mesenchymale Iris bedeckt die retinale bis zum Pupillenrande hin. Der vorderste Teil der entwickelten Anlage des Corpus ciliare ragt eine Strecke weit hinter die Iris hinein, deren Basis gleichsam stützend. Die Pars optica grenzt sich von der Pars coeca schärfer ab als vorher. Das Innenblatt verdünnt sich am Übergange von der Pars optica zur Pars coeca rasch. Über der Anlage des Corpus ciliare liegen die Augenbecherblätter in einer Anzahl radiär gestellter Falten, entsprechend den Ciliarfortsätzen.

Haubensteissfuss (Podiceps cristatus).

Stadium 1. Länge = 7,5 mm. Fig. 8 (Fig. 56).

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Augenbecher wohl ausgebildet. Der Augenbecherrand zur Pupillenöffnung umgebogen, in der Gegend der Augenbecherspalte etwas nach vorn gerichtet. Die Augenbecherspalte in ihren mittleren Teilen verschlossen; eine grössere Partie derselben dem Stiel zunächst offenstehend, ein vorderer, gleichfalls offenstehender Teil derselben bildet einen Einschnitt im Augenbecherrande. (Letzteres Verhältnis durch die Rekonstruktion erkannt.) Das proximale Augenbecherblatt relativ dünn, pigmentführend, die distale relativ mächtig. Die Linse ist durch hervorgewachsene Linsenfasern ausgefüllt, ihre hintere Fläche ist stark abgeplattet. Sie ragt mit der Vorderfläche aus der Pupillenöffnung hervor und ist durch einen Zwischenraum überall von dem Augenbecherrande, der ungefähr mitten vor dem Äquator liegt, geschieden. Das Mesenchym zwischen der Augenbecherwand und dem Ectoderm ragt sich verschmälernd nach der Pupillenöffnung zu hinein, ein Gebiet der Augenbecherwand, dicht um diese Öffnung herum, unbedeckt lassend. Das Ectoderm über der Pupillenöffnung im Verhältnis zur Umgebung vorgewölbt. Zwischen demselben und der Linse ein Raum, der peripher nach aussen von der Pupillenöffnung zwischen dem vom Mesenchym unbedeckten Gebiet der Augenbecherwand dicht um die Pupille herum und dem Ectoderm ausläuft. Dieser Raum, der nach der Peripherie zu durch das Mesoderm abgegrenzt wird und der durch das zwischen der Linsenfläche und dem Augenbecherrande befindliche Spatium mit der Augenbecherhöhle kommuniziert, enthält gleich dieser eine feinfaserige Substanz und vereinzelte Zellen.

Eine Rekonstruktion des fraglichen Stadiums wurde angefertigt. Die Abbildung, Fig. 56, des in 65 facher Vergrösserung

angefertigten Modells zeigt das Mesenchymgewebe zwischen Ectoderm und Augenbecherrand, das von dem Mesenchym unbedeckte Gebiet der Augenbecherwand in der Umgebung der Pupille, die aus der Pupillenöffnung hervorragende Linse und einen Einschnitt im Augenbecherrande, entsprechend dem vordersten Teil der Augenbecherspalte. (Das Ectoderm ist von der Rekonstruktion ausgeschlossen worden.)

Stadium 2. Länge = 7,3 mm. Fig. 9.

Querschnitt = 12 μ; Zenker'sche Flüssigkeit; Hämatoxylin-Eosin.

Das Embryo repräsentiert bezüglich der Augenanlage ein etwas weiter vorgeschrittenes Stadium als der vorige, trotz seiner etwas geringeren Länge.

Der Rand des Augenbechers nach der Pupillenöffnung hin umgebogen. Die Augenbecherhöhle beträchtlich stärker nach der der Augenbecherspalte entgegengesetzten Seite hin ausgebuchtet als nach der Augenbecherspaltenseite hin, wodurch die Pupillenöffnung eine entsprechend excentrische Lage aufweist. Die hintere Fläche der Linse stärker gewölbt als im vorigen Stadium. Das Mesenchymgewebe zwischen dem Ectoderm und der Augenbecherwand ist centralwärts eingewachsen, so dass es die Augenbecherwand bis zur Pupillenöffnung hin bedeckt und centralwärts zugespitzt eine Strecke weit vor die lateralen Partien derselben hineinragt. Der im vorigen Stadium erwähnte Raum vor der Linse, der eine grössere Ausdehnung als die Pupillenöffnung hatte, hat durch die Mesenchymeinwachsung eine Ausdehnung erhalten, die der der Pupillenöffnung entspricht, und ist nunmehr in seinen lateralen Partien nach vorn durch Mesenchymgewebe abgegrenzt. Zwischen der Linse und dem Augenbecherrande kommuniziert er wie vorher mit der Augenbecherhöhle. Zwischen der vorderen Begrenzung des vor den lateralen Partien der Pupillenöffnung hineinragenden Mesenchyms und dem Ectoderm findet sich ein ganz schmaler

Zwischenraum, der eine äusserst schwach gefärbte Substanz enthält, die mit zackiger hinterer Begrenzung sich in einer dünnen Schicht längs der Rückseite des Ectoderms über der Pupillenöffnung centralwärts von der Mesenchymeinwachsung fortsetzt. Das Ectoderm artefakt gegen den vorderen Linsenpol eingedrückt.

Stadium 3. Länge = 8,5 mm. Fig. 10 (Fig. 59).

Querschnitt = 12 μ; Zenker'sche Flüssigkeit; Hämatoxylin-Eosin.

Die Augenbecherwand relativ mehr als vorher seitswärts von der Augenbecherspalte ausgebuchtet, hier jedoch beträchtlich weniger als nach der entgegengesetzten Seite hin. Die Linse liegt auf der einen Seite von der Pupillenöffnung dicht an den Augenbecherrand gedrückt, der hier die Linsenfläche dicht vor dem Äquator berührt. Sie weist an dieser Stelle eine Eindrückung auf, die der Form des Augenbecherrandes entspricht. Nach der entgegengesetzten Seite hin findet sich ein Zwischenraum zwischen dem Augenbecherrande und der Linsenfläche. Dicht vor dem Äquator zeigt die Linsenfläche auch hier eine ähnliche, dem Augenbecherrande entsprechende Eindrückung wie auf der anderen Seite. Die Linse dürfte daher beim Präparieren etwas disloziert worden sein und ursprünglich die Pupillenöffnung ganz ausgefüllt haben.

Der vor der Linsenoberfläche belegene Raum hat, wie im vorigen Stadium, die gleiche Ausdehnung wie die Pupillenöffnung. Er hat nun eine vollständige vordere Begrenzung durch Mesenchymgewebe erhalten, das vor die centralen Partien der Pupillenöffnung eingewachsen ist. Dieses vor dieselbe von der Umgebung her eingewachsene Mesenchym verschmälert sich centralwärts vom Augenbecherrande zu einer einfachen Zellschicht, die nahe der hinteren Fläche des sich über die Pupillenöffnung vorwölbenden Ectoderms liegt. Die hintere Begrenzung des Mesenchyms vor der Pupille, das nach vorn den Raum vor

der Linse abgrenzt, ist bogenförmig über die Pupille gewölbt. Die vordere Begrenzung, die in der Form dem davor liegenden Ectoderm entspricht, wird von diesem durch eine dünne Schicht der beim vorigen Stadium erwähnten, äusserst schwach gefärbten Substanz geschieden.

Stadium 4. Länge = 12,1 mm. Fig. 11.

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Der Augenbecherrand, der im vorgigen Stadium peripher von der einzelligen Mesenchymzellschicht hinter dem Ectoderm über der Pupillenöffnung lag, ist mehr centralwärts vorgedrungen, so dass die Grösse der Pupillenöffnung ungefähr der Ausdehnung dieser Schicht entspricht. Der Augenbecherrand ist hierbei von Mesenchym begleitet worden, das die Augenbecherwand bis zur Pupillenöffnung hin bedeckt. Der Raum vor der Linse beginnt eine hintere, periphere Begrenzung durch Mesenchym zu erhalten und sich nach aussen von der Pupillenöffnung zu erstrecken. Die periphere Abgrenzung des Raumes bogenförmig nach auswärts gebogen. Zwischen dem Ectoderm und dem über die Pupillenöffnung eingewachsenen einzelligen Mesenchym findet sich eine ziemlich dünne Schicht einer ganz schwach gefärbten, feinfibrillären Substanz. In diese ragt von dem Mesenchym her zwischen dem Ectoderm und der Augenbecherwand eine schmale Einwachsung hinein, die sich centralwärts zuspitzt, und die sich eine Strecke weit in centraler Richtung vor die lateralen Partien der einzelligen Mesenchymschicht über die Pupillenöffnung hin erstreckt. In dem Mesenchym zwischen der Augenbecherwand und dem Ectoderm sieht man einen Zug von relativ dicht angehäuften Zellen, in welchen die einzellige Mesenchymschicht gleichsam ausläuft.

Stadium 5. Länge = 15 mm. Fig. 12.

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Die im vorigen Stadium bogenförmige Abgrenzung des Raumes vor der Linse nach der Peripherie hin hat die Form

eines Winkels mit abgerundeter Spitze angenommen. Die Mesenchymeinwachsung in der feinfibrillären Substanz zwischen der einzelligen Mesenchymschicht vor der Pupillenöffnung und dem davorliegenden Ectoderm ist weiter centralwärts fortgeschritten. Auf einem ziemlich ausgedehnten, ganz unscharf abgegrenzten Gebiet um die Pupillenöffnung herum ist das innere Augenbecherblatt dünner als vorher im Verhältnis zu den proximärts hiervon liegenden Partien.

Stadium 6. Länge = 17 mm. Fig. 13 (Fig. 62).

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Wir finden in diesem Stadium eine wohlausgebildete vordere Kammer, die aus dem obenerwähnten Raum vor der Linse besteht. Der Augenbecherrand ist weiter centralwärts vorgedrungen als im vorigen Stadium, so dass er hinter den lateralen Partien der einzelligen Mesenchymschicht über der Pupillenöffnung liegt, die, wie wir jetzt finden, das Hornhautendothel darstellt. Die Augenbecherwand ist bis zur Pupillenöffnung hin von Mesenchym bedeckt, das das Vorwachsen des Augenbecherrandes begleitet hat. Die Kammer erstreckt sich weiter nach aussen von der Pupillenöffnung als vorher und hat nach aussen von derselben eine hintere Begrenzung durch Mesenchym erhalten; letzteres ist S-förmig gebogen, der Pupillenöffnung zunächst nach vorn konvex und später leicht nach vorn konkav. Die winkelförmige Begrenzung der Kammer nach der Peripherie zu, der Kammerwinkel, ist weniger stumpf als im vorigen Stadium und hat eine leicht abgerundete Spitze.

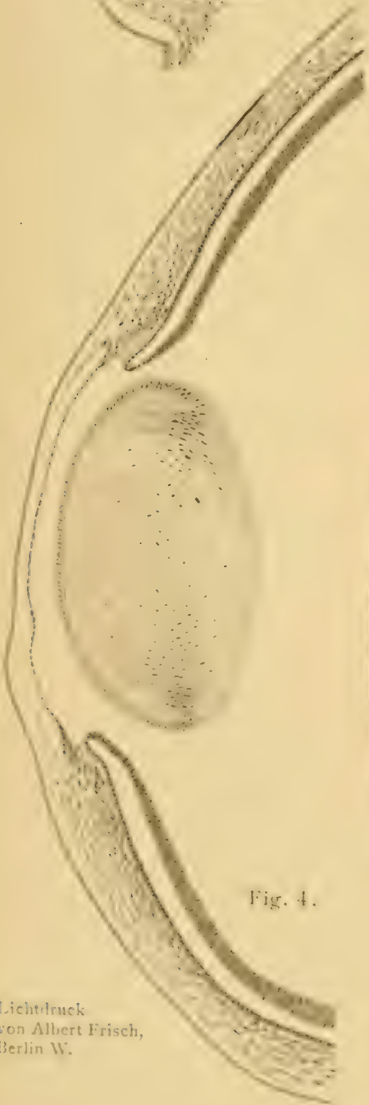
Die Mesenchymeinwachsung in der feinfibrillären Substanz zwischen dem Hornhautendothel und dem Ectoderm, die zusammen mit dieser Substanz das Hornhautstroma bildet, ist weiter vorgeschritten, so dass die Mesenchymzellen nunmehr auch in den centralen Partien der Hornhautanlage vorhanden sind.

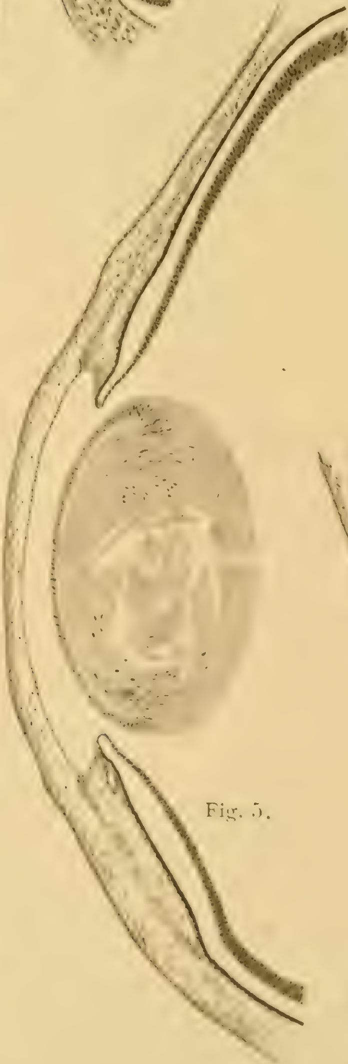
Das Mesenchym, das nach hinten die Kammer nach aussen

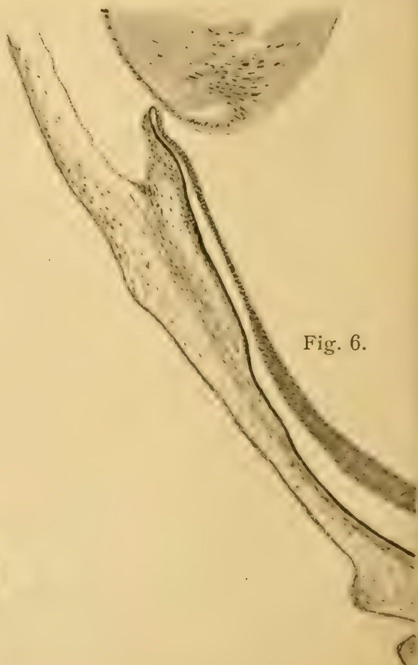

Fig. 1.


Fig. 2.


Fig. 3.


Fig. 4.


Fig. 5.


Fig. 6.

Lichtdruck
von Albert Frisch,
Berlin W.



Fig. 7.

Fig. 8.



Fig. 13.





Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 12.

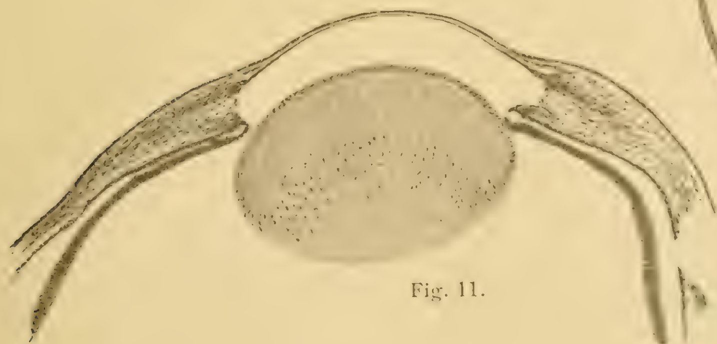


Fig. 11.

von der Pupillenöffnung abgrenzt, bedeckt als die mesenchymale Irisanlage die retinale Irisanlage. Diese markiert sich dadurch, dass das innere Augenbecherblatt auf einem Gebiet der Pupillenöffnung zunächst pigmentiert ist. Die hier spärliche Pigmentierung setzt sich über den Umschlagsrand hinüber auf einem kleinen Gebiete des äusseren Blattes dem Pupillenrande zunächst fort, worauf eine starke Pigmentierung dieses Blattes anfängt.

Nach aussen von der Irisanlage ist die Augenbecherwand auf einem ziemlich ausgedehnten Gebiet in eine grössere Anzahl radiärer Falten gelegt, die den Ciliarfortsätzen entsprechen (vgl. die Rekonstruktion, Fig. 64). Das innere Augenbecherblatt ist innerhalb eines distalen, ausgedehnten Gebietes verhältnismässig dünn. Diese dünnere Partie ist proximalwärts nicht scharf abgegrenzt.

Der im vorigen Stadium erwähnte Zug relativ dicht angehäufter Zellen in dem Mesenchym zwischen dem Ectoderm und der Augenbecherwand findet sich in diesem Stadium wieder. Hinter diesem Zug findet sich ein Gebiet mit relativ zerstreut liegenden Zellen.

Stadium 7. Länge = 23 mm. Fig. 14 (Fig. 64).

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Der Kammerwinkel mehr zugespitzt als vorher. Die Kammer erstreckt sich nach aussen von der Irisanlage über den vordersten Teil des Corpus ciliare. Die hintere Begrenzung derselben durch das Mesenchym nach aussen von der Pupille schwach S-förmig gebogen, wie im vorigen Stadium. Die Mesenchymzellen, die diese Begrenzung bilden, zeigen eine, im ganzen jedoch wenig ausgeprägte, Reihenanordnung. — Das Hornhautstroma hat an Mächtigkeit zugenommen. In einer ziemlich breiten, nach vorn zu nicht scharf abgegrenzten Schicht dem Endothel zunächst ist das Stroma, das eine ausgesprochen faserige Beschaffenheit angenommen hat, relativ spärlich.

Die Bowman'sche Membran wohlentwickelt, ebenso die Membrana Descemeti, die jedoch dünner ist als die erstere, vordere Membran.

Die Pigmentierung der retinalen Irisanlage ist wie bei dem vorigen Stadium spärlich in dem inneren Blatt, auf dem Umschlagsrande und auf einem kleinen Gebiet des äusseren Blattes dem Umschlagsrande zunächst, während das äussere Blatt im übrigen eine starke Pigmentierung aufweist, die sich in der Umgebung fortsetzt. Die Ciliarfortsätze besser entwickelt als im vorigen Stadium. Die Pars coeca des inneren Retinalblattes besser von der Pars optica abgegrenzt als vorher.

Bei den beiden untersuchten Vogelarten, Ente und Haubensteissfuss, ist also die Kammer in den frühesten Stadien (Stadium 1 bei Ente, Stadium 1 bei Haubensteissfuss, Länge bei beiden = 7,5 mm), bald nach Abschnürung der Linse, ein primärer Raum, der nach vorn hin (distalwärts) durch das Ectoderm abgegrenzt wird. Sie hat eine grössere Ausdehnung als die Pupillenöffnung und wird nach hinten zu innerhalb des Gebietes nach aussen von der Pupillenöffnung durch die Augenbecherwand um die nächste Umgebung derselben herum, innerhalb des Gebietes der Pupillenöffnung durch die vordere Linsenfläche abgegrenzt und kommuniziert zwischen dem Augenbecherrande und der Linse mit der Augenbecherhöhle. (In Stadium 1 beim Haubensteissfuss ist der Augenbecherrand überall von der Linse durch einen Zwischenraum geschieden, in Stadium 1 bei der Ente liegt der Augenbecherrand teilweise der Linsenfläche an.) An der Peripherie wird die Kammer in diesem Stadium von Mesenchymgewebe umgeben, das zwischen das Ectoderm und die Augenbecherwand in der Richtung nach der Pupillenöffnung hin hineinragt, ohne sie zu erreichen.

Während der nächstfolgenden Entwickelung erhält die Kammer durch Einwachsen des den Raum an der Peripherie umgebenden Mesenchymgewebes bis zum Augenbecherrande eine Ausdehnung, die der Pupillenöffnung entspricht, und durch fortschreitendes centrales Einwachsen des Mesenchyms längs der Rückseite des Ectoderms über die Pupillenöffnung eine vordere mesenchymale Begrenzung. Gleich centralwärts von dem Augenbecherrande bildet das vor der Pupillenöffnung einwachsende Mesenchym eine einfache Zellschicht, die das Endothel der Hornhaut darstellt. In Stadium 2 beim Haubensteissfuss ragt das Mesenchym eine kleine Strecke weit vor die lateralen Partien der Pupillenöffnung hinein und spitzt sich centralwärts zu. Im Stadium 2 bei der Ente (Länge = 9,7 mm) ragt das Mesenchym weiter centralwärts hinein, und die Einwachsung in Form der einfachen Zellschicht ist begonnen. Im Stadium 3 beim Haubensteissfuss (Länge = 8,5 mm) und 3 bei der Ente (Länge = 10,2 mm) ist diese Zellschicht fertiggebildet. Die Kammer, deren Ausdehnung nunmehr der der Pupillenöffnung entspricht, hat nun die vordere mesenchymale Begrenzung erhalten. Ihre hintere Begrenzung wird andauernd von der vorderen Linsenfläche gebildet.

Im weiteren Verlaufe der Entwickelung erhält die Kammer im Zusammenhang mit der Entwickelung der Iris wiederum eine grössere Ausdehnung als die Pupillenöffnung und eine hintere mesenchymale Begrenzung. Ersteres geschieht dadurch, dass der Augenbecherrand immer mehr centralwärts vordringt, so dass er hinter den lateralen Partien des Hornhautendothels zu liegen kommt. Er wird hierbei von einer Mesenchymeinwachsung von der peripheren Umgebung der Kammer her begleitet, welche Einwachsung das Irisstroma bildet und auf diese Weise der Kammer eine hintere mesenchymale Begrenzung verleiht und mit dem Endothel eine winkelförmige Abgrenzung der Kammer nach der Peripherie zu, den Kammer-

winkel, bildet. In den Stadien 4 bei der Ente (Länge = 13 mm) und 4 beim Haubensteissfuss (Länge = 12,1 mm) ist diese Mesenchymeinwachsung begonnen. Die Abgrenzung der Kammer nach der Peripherie zu ist im Radiärschnitt noch nicht winkelförmig, sondern bogenförmig auswärts gebogen, d. h. mit anderen Worten, der Kammerwinkel bildet vorläufig noch keine scharf einschneidende, sondern eine runde Rinne. Im Stadium 5 bei der Ente (Länge = 16,5 mm) und 5 beim Haubensteissfuss (Länge = 15 mm) hat diese Abgrenzung die Winkelform angenommen, die später vorhanden ist. In den letzten Stadien bedeckt das Mesenchym, das die hintere Begrenzung der Kammer nach aussen von der Pupillenöffnung bildet, die ausgebildete retinale Irisanlage und den vordersten Teil des retinalen Corpus ciliare. Es bildet also die mesenchymale Iris mit ihrer nächsten Fortsetzung nach der Peripherie zu.

Die retinale Irisanlage ragt bei der Ente beträchtlich über die retinale Anlage des Corpus ciliare hervor, die mit ihrem vordersten Teil allmählich hinter die Irisbasis dringt. Im Stadium 5 (Länge = 16,5 mm), wo die Ciliarfortsätze noch nicht angelegt sind, bildet die retinale Irisanlage in dem angefertigten Rekonstruktionsmodell der vorderen Partien des Augenbechers, Fig. 57, einen über die Umgebung hervorragenden Wall. Fig. 63 zeigt eine Rekonstruktion der vorderen Partien des Augenbechers bei einem entsprechenden Stadium des Haubensteissfusses (Länge = 14,5 mm), bei dem die retinale Irisanlage im Schnitte durch Pigmentierung des inneren Augenbecherblattes auf einem Gebiete um die Pupillenöffnung herum markiert ist. Die retinale Irisanlage markiert sich nicht deutlich in dem Modell, indem sie entgegen dem Verhältnis bei der Ente kaum über die Umgebung hervorragt. Fig. 64 zeigt eine Rekonstruktion der vorderen Partien des Augenbechers in dem vorgeschrittenen Stadium 7 beim Haubensteissfuss, in welchem die Ciliarfortsätze ausgebildet sind. Die Irisanlage erscheint am Modell als eine

ringförmige Partie um die Pupillenöffnung herum, welche Partie in der centralen Fortsetzung des Corpus ciliare liegt, kaum sich über dasselbe erhebend und von demselben sich hauptsächlich durch die Abwesenheit der radiären Fältelung, die für das Corpus ciliare kennzeichnend ist, abhebend.

Von Interesse ist es, die Entwickelung der Hornhaut zu verfolgen, wie sie sich bei den hier untersuchten Vogelarten darbietet[1]). Dass das Hornhautendothel durch Einwachsen von Mesenchym von der Peripherie aus in Form einer einfachen Zellenschicht gebildet wird, habe ich bereits oben hervorgehoben. Hinter dem Ectoderm über der Pupillenöffnung liegt, wenn das Einwachsen von Mesenchym vor derselben begonnen ist, eine Schicht feinfibrillärer Substanz, längs deren proximaler Oberfläche das Endothel einzuwachsen scheint. Wenn das Endothel seiner ganzen Ausdehnung nach fertiggebildet ist, beginnt ein Einwachsen von Mesenchymzellen von der Peripherie aus in diese feinfibrilläre Substanz, die mit den einwandernden Zellen das Stroma der Hornhaut bildet. Im Stadium 4 bei der Ente (Fig. 4) und 4 und 5 beim Haubensteissfuss (Fig. 11 und 12) ist dieses Mesenchymeinwachsen von der Peripherie aus zwischen dem Ectoderm und Endothel der Hornhaut in die hier befindliche feinfibrilläre Substanz begonnen. Die Stromazellen fehlen noch auf einem grösseren oder kleineren centralen Gebiet. Im Stadium 5 bei der Ente (Fig. 5) und 6 beim Haubensteissfuss (Fig. 13) ist die Einwachsung vorgeschritten, so dass Zellen nun auch in den centralen Partien der Hornhautanlage vorhanden sind. Die Stromazellen liegen bei der Ente in den Stadien 5, 6, 7 hauptsächlich in einem vorderen, dickeren Gebiet der feinfibrillären Substanz, während dem Endothel zunächst sich ein schmäleres, nahezu zellenfreies Gebiet derselben findet. Bei der Ente ist der Zwischenraum

[1]) Betreffs der Entwickelung der Hornhaut beim Huhn siehe Kessler (12), Angelucci (3), Gabriélidès (4) und Knape (13).

zwischen Ectoderm und Endothel verhältnismässig breit. Hier kann man wahrnehmen, dass die feinfibrilläre Substanz, die diesen Zwischenraum ausfüllt, von dem Endothel und von dem Ectoderm durch je eine feine Membran geschieden ist. Diese beiden Membranen scheinen die verdichteten Oberflächenschichten der feinfibrillären Substanz zu sein und die resp. Anlagen der Membrana Descemeti und der Bowmanschen Membran darzustellen.

Für einige Stadien beim Haubensteissfuss fertigte ich bisher nicht erwähnte Rekonstruktionsmodelle von dem Mesenchym vor den vorderen Partien des Augenbechers an. Ich ging hierbei von dem oben beschriebenen Stadium 4 (Länge = 8,5 mm) aus, in welchem die vordere mesenchymale Begrenzung der Kammer fertiggebildet ist, eine hintere mesenchymale Begrenzung derselben aber noch fehlt. Hierauf wurden Rekonstruktionen von 3 aufeinander folgenden älteren Stadien (Längen bzw. 12,8 mm, 14,5 mm, 17 mm; letzteres = oben beschriebenes Stadium 6) angefertigt. Die vier Modelle sind in Fig. 59, 60, 61 und 62 abgebildet. Die Serie ist geeignet, die Entwickelung der hinteren mesenchymalen Begrenzung der Kammer und des Kammerwinkels zu demonstrieren.

Reptilien.

Natter.

Stadium 1. Länge = 3,3 mm. Fig. 15.

Querschnitt = 12 μ; Zenker'sche Flüssigkeit; Hämatoxylin-Eosin.

Augenbecher mit sehr kurzem und dickem Stiel. Die beiden Augenbecherblätter geschieden durch einen breiten Zwischenraum, das distale Blatt dicker als das proximale. Noch kein Retinalpigment. Die Augenbecherhöhle hat steile, nicht sich ausbuchtende Seitenwände und eine proximalwärts ausge-

buchtete Bodenpartie. Sie wird zum allergrössten Teil von der von dem Ectoderm abgeschnürten Linsenblase ausgefüllt, die aus der Pupillenöffnung etwas hervorragt. Die Linsenblase ist eiförmig mit dem spitzeren Ende proximalwärts, dem stumpferen distalwärts gerichtet und nahe dem Ectoderm liegend. Das Mesenchym zwischen der Augenbecherwand und dem Ectoderm ragt zugespitzt nach der Pupillenöffnung zu hinein, ohne diese völlig zu erreichen. Hinter dem Ectoderm über der Pupillenöffnung und ihrer nächsten Umgebung findet sich ein Raum, der peripher von dem Mesenchym zwischen dem Ectoderm und der Augenbecherwand umgeben wird. Er läuft proximalwärts in die Augenbecherhöhle zwischen der Linse und dem Augenbecherrande aus und wird nach hinten zu, innerhalb des Gebietes der Pupillenöffnung durch die Linse und peripherwärts von der Pupille, durch die angrenzende Augenbecherwand abgegrenzt.

Stadium 2. Länge = 4,6 mm. Fig. 16.

Querschnitt = 12 μ; Zenker'sche Flüssigkeit; Hämatoxylin-Eosin.

Augenbecher mit geräumiger Augenbecherhöhle und stark ausgebuchteten Seitenwänden. Die vordere Augenbecherwand abgeplattet, die Pupillenöffnung eng. Das proximale Augenbecherblatt auf einem grösseren Gebiet der hinteren Wand in der Umgebung des nunmehr schmalen Stieles ausgebuchtet und hier von dem über der hinteren Wand abgeplatteten distalen Blatt durch einen Zwischenraum geschieden. Die beiden Blätter im übrigen dicht aneinander liegend. Das distale verdickt, das proximale dünn, pigmentführend.

Die Linse zum allergrössten Teil durch vorgewachsene Linsenfasern ausgefüllt, aus der Pupillenöffnung des Augenbechers etwas hervorragend, nahezu kugelförmig, die vordere Fläche etwas stärker gewölbt als die hintere.

Der im vorigen Stadium erwähnte Raum hinter dem

Ectoderm über der Pupillenöffnung und ihrer nächsten Umgebung hat offenbar auch in diesem Stadium existiert, obwohl er durch ein artefaktes Andrücken des Ectoderms an die Linsenfläche aufgehoben worden ist. Er hat in diesem Stadium nicht mehr nach aussen von der Pupillenöffnung gereicht, da das Mesenchym zwischen dem Ectoderm und der Augenbecherwand centralwärts bis zum Pupillenrande vorgedrungen ist.

Stadium 3. Länge = 6,2 mm. Fig. 17.

Querschnitt = 12 μ; Zenker'sche Flüssigkeit; Hämatoxylin-Eosin.

Die vordere Augenbecherwand mehr hervorragend als vorher. Die Linse ganz ausgefüllt von vorgewachsenen Linsenfasern, kugelförmig, etwas aus der Pupillenöffnung hervorragend. Der Raum zwischen dem Ectoderm und der Linsenfläche, der im Stadium 1 sich nach aussen von der Pupillenöffnung zwischen dem Ectoderm und einem Gebiet der Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung ausdehnte, und der im Stadium 2, allem nach zu urteilen, in einer Ausdehnung nach der Peripherie hin entsprechend der der Pupillenöffnung vorhanden gewesen war, findet sich in diesem Stadium in einer Ausdehnung nach der Peripherie hin wieder, die der der Pupillenöffnung entspricht. Über einem centralen Gebiet fehlt er dadurch, dass das Ectoderm hier gegen die Linsenfläche eingedrückt worden war, eine Anlagerung, die offenbar als artefakt aufzufassen ist. Das Mesenchym zwischen der Augenbecherwand und dem Ectoderm in der Umgebung der Pupillenöffnung ist vor die lateralen Partien der Pupillenöffnung längs der Rückseite des Ectoderms eingewachsen und spitzt sich centralwärts zu. Der Raum hat hierdurch in seinen lateralen Partien eine vordere mesenchymale Begrenzung erhalten.

Stadium 4. Länge = 8 mm. Fig. 18.

Querschnitt = 12 μ; Zenker'sche Flüssigkeit; Hämatoxylin-Eosin.

Der Raum vor der Linse, der sich wie im vorigen Stadium peripher bis zum Rande der Pupillenöffnung hin erstreckt, hat nun eine vollständige vordere mesenchymale Begrenzung erhalten. Diese wird ganz lateralwärts durch die Mesenchymeinwachsung vor den lateralen Partien der Pupillenöffnung gebildet, die wir im vorigen Stadium angetroffen hatten. Centralwärts von derselben besteht die Begrenzung aus einer von ihrer Spitze ausgehenden einfachen Zellenschicht. Dicht vor den lateralen Partien dieser Zellenschicht mit ihrer Fortsetzung nach der Peripherie zu ragt eine Mesenchymeinwachsung von der Umgebung der Pupillenöffnung her eine Strecke weit in centraler Richtung hinter das Ectoderm hinein und endet centralwärts zugespitzt. (Vgl. Stadium 4 bei der Ente und Stadium 4 und 5 beim Haubensteissfuss.)

Die Pars coeca retinae beginnt sich von der Pars optica abzugrenzen. Das innere Augenbecherblatt beginnt in der Nähe der Pupillenöffnung dünner zu werden, indem die äussere Begrenzung desselben mit einer bogenförmigen Biegung sich allmählich der Begrenzung zur Augenbecherhöhle hin nähert. Distalwärts von dieser Biegung nimmt das Blatt allmählich an Dicke nach der Pupillenöffnung hin ab und ist auf einem nach derselben hin im Verhältnis zur Umgebung umgebogenen Gebiet ganz dünn.

Stadium 5. Länge = 12 mm. Fig. 19.

Querschnitt = 12 μ; Zenker'sche Flüssigkeit; Hämatoxylin-Eosin.

Die vordere Kammer ist in diesem Stadium wohl ausgebildet. Sie besteht aus dem oben erwähnten Raum vor der Linse, der sich nach aussen von der Pupillenöffnung ausgedehnt und auf seinem Gebiete ausserhalb derselben eine hintere mesenchymale Begrenzung erhalten hat. Die vordere Begrenzung besteht aus der im vorigen Stadium erwähnten einfachen Zellenschicht vor der Pupillenöffnung, die das Endothel der Hornhaut darstellt.

Bei der Ausbildung der Kammer, die zwischen diesem Stadium und dem vorigen vor sich gegangen ist, ist der Augenbecherrand centralwärts eingedrungen, so dass er hinter den lateralen Partien des Endothels liegt. Die Kammer hat hierdurch eine Ausdehnung nach aussen von der Pupillenöffnung hin erhalten. Der Augenbecherrand ist während seines Einwachsens von einer Einwachsung von Mesenchym von der peripheren Umgebung des Kammerraums her begleitet worden. Dieses eingewachsene Mesenchym bedeckt als die mesenchymale Iris die Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung und bildet die hintere mesenchymale Begrenzung der Kammer sowie mit dem Hornhautendothel eine winkelförmige Abgrenzung der Kammer nach der Peripherie hin, den Kammerwinkel.

Die im vorigen Stadium erwähnte Mesenchymeinwachsung vor den lateralen Partien des Hornhautendothels ist fortgeschritten, so dass eine dünne Mesenchymschicht, das Hornhautstroma, nunmehr vollständig das Endothel der Hornhaut von dem Ectoderm scheidet.

Die Pars coeca retinae ist nunmehr ziemlich gut von der Pars optica abgegrenzt. Die im vorigen Stadium erwähnte Biegung der äusseren Begrenzung des inneren Augenbecherblattes in der Richtung gegen die Begrenzung nach der Augenbecherhöhle hin ist stärker markiert als vorher, und die letztere Begrenzung zeigt entsprechend dieser Biegung eine Ausbiegung nach derselben hin. Entsprechend der retinalen Irisanlage weist das innere Augenbecherblatt Pigmentierung auf einem kleineren Gebiete in der Umgebung der Pupillenöffnung auf.

Blindschleiche (Anguis fragilis).

Stadium 1. Länge = 4,4 mm. Fig. 20.

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Augenbecher wohl ausgebildet. Augenbecherspalte geschlossen, bis auf eine kleinere distale Öffnung in der Nähe des Augen-

becherrandes und eine proximale neben dem Stiel. Die Augenbecherhöhle ist geräumig und enthält eine feinfaserige Substanz und einen Zug gefässführenden Mesenchymgewebes in der Gegend der Augenbecherspalte zwischen den eben erwähnten Öffnungen in der Wand. Äusserst dünn im allergrössten Teil seiner Ausdehnung wird das proximale Augenbecherblatt in der Umgebung der Pupillenöffnung dicker. Diese relativ dicke Partie des Blattes geht, sich proximalwärts allmählich verschmälernd, ohne scharfe Grenze in die Umgebung über. Die vordere Augenbecherwand nach der Pupillenöffnung hin umgebogen. Die Linse ist klein, zum grössten Teil von hervorgewachsenen Linsenfasern ausgefüllt, die hintere Fläche der Linse abgeplattet. Die Linse füllt vollständig die Pupillenöffnung aus und ragt etwas aus derselben hervor. Der Augenbecherrand liegt der Linsenfläche dicht vor dem Äquator an.

Das Mesenchym zwischen dem Ectoderm und der vorderen Augenbecherwand ragt zugespitzt nach der Pupillenöffnung zu hinein, ohne ihren Rand zu erreichen. Ein Gebiet der Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung ist somit von Mesenchymgewebe unbedeckt. Hinter dem Ectoderm über der Pupillenöffnung und deren nächster Umgebung findet sich ein Raum, der nach hinten zu innerhalb eines kleineren Gebietes nach aussen von der Pupillenöffnung durch die Augenbecherwand, innerhalb des Gebietes der Pupillenöffnung durch die vordere Linsenfläche abgegrenzt wird. Er fehlt ganz central, weil das Ectoderm hier artefakt gegen die höchste Wölbung der Linsenfläche eingedrückt worden ist.

Stadium 2. Länge = 6,5 mm. Fig. 21.

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Das Mesenchym zwischen dem Ectoderm und der vorderen Augenbecherwand, das sich im vorigen Stadium centralwärts nicht bis zur Pupillenöffnung hin erstreckte, ist nun in centraler Richtung eingewachsen. Es bedeckt die Augenbecherwand bis

zum Pupillenrande und geht hinter dem Ectoderm über der Pupillenöffnung mit einer einfachen Zellenschicht weiter. Diese bildet nunmehr mit ihrer nächsten Fortsetzung nach der Peripherie zu die vordere Begrenzung des im vorigen Stadium erwähnten Raumes, dessen vordere Begrenzung dort aus dem Ectoderm über der Pupillenöffnung und ihrer nächsten Umgebung bestand. Der Raum ist in diesem Stadium durch Artefaktbildung deformiert. Von dem Ectoderm ist die eben genannte einfache Zellenschicht durch einen schmalen Raum geschieden, der von einer feinfibrillären Substanz ausgefüllt ist. Die Linse, die nunmehr von hervorgewachsenen Linsenfasern ausgefüllt ist, ist von dem Augenbecherrande durch einen Zwischenraum getrennt, durch den der Raum vor derselben mit der Augenbecherhöhle kommuniziert. Die Linse liegt hinter der Ebene der Pupillenöffnung mit ihrer höchsten vorderen Wölbung, im Gegensatz zu dem Verhältnis im vorigen Stadium. Die Pars coeca retinae beginnt sich von der Pars optica abzugrenzen. Die äussere Begrenzung des inneren Augenbecherblattes nähert sich von den proximalen Partien her in der Nähe der Pupillenöffnung der Begrenzung gegen die Augenbecherhöhle hin mit einer bogenförmigen Biegung. Die nach vorn (distalwärts) von dieser Biegung liegende dünnere Partie des Blattes, über welcher Partie das äussere verhältnismässig dick ist, verschmälert sich nach der Pupillenöffnung zu mehr und mehr und weist auf einem Gebiet nächst derselben Pigmentierung auf. Hier ist die Augenbecherwand auf einem Gebiet in der nächsten Umgebung der Pupillenöffnung nach vorn im Verhältnis zur Umgebung umgebogen. Das Mesenchym über der Einsenkung, welche die Augenbecherwand über der Zellenschicht der Pars coeca retinae aufweist, bildet der Wand zunächst ein Gebiet mit zerstreut liegenden Zellen. Vor diesem Gebiet liegt eine Schicht relativ dicht angehäufter Zellen, die centralwärts sich in die einfache Zellenschicht hinter dem

Ectoderm über der Pupillenöffnung fortsetzt. Proximalwärts von der Anlage der Pars coeca retinae legt sich diese Schicht dicht angehäufter Zellen an die Augenbecherwand an und umschliesst sie.

Stadium 3. Länge = 8,2 mm. Fig. 22.

Querschnitt = 12 μ; Zenker'sche Flüssigkeit; Hämatoxylin-Eosin.

Die vordere Kammer ist wohl ausgebildet und besteht aus dem obenerwähnten Raum vor der Linse. Er hat wie im vorigen Stadium eine vordere Begrenzung, bestehend aus einer einfachen Schicht Mesenchymzellen, die das Endothel der Hornhaut darstellt. Vor dieses Endothel ragen in diesem Stadium die Stromazellen von der Umgebung der Hornhautanlage her hinein; sie finden sich im übrigen in der ganzen Ausdehnung derselben. (Das Ectoderm der Hornhaut mit dem Ectoderm der Umgebung ist in dem Präparat weggerissen.) Der Augenbecherrand reicht hinter die lateralen Partien des Hornhautendothels, so dass die Kammer sich ein Stück nach aussen von der Pupillenöffnung erstreckt. Sie hat nun eine hintere Begrenzung durch Mesenchym innerhalb ihres Gebiets nach aussen von der Pupillenöffnung erhalten. Das Mesenchymgewebe, das diese Begrenzung bildet, bedeckt die Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung, ungefähr denjenigen Teil derselben, der der recht wohl entwickelten retinalen Irisanlage entspricht. Dieses Mesenchymgewebe, das somit der mesenchymalen Iris entspricht, bildet mit dem Endothel den Kammerwinkel. Peripher hat es seine direkte Fortsetzung in dem Mesenchym über der Pars coeca nach aussen von der retinalen Irisanlage. Die Linse liegt, wie im nächstvorhergehenden Stadium, mit der höchsten Wölbung der Vorderfläche hinter der Ebene der Pupillenöffnung und ist von dem Augenbecherrand durch einen Zwischenraum geschieden, durch welchen die Kammer mit der Augenbecherhöhle kommuniziert. Die Pars

coeca retinae ist von der Pars optica besser abgegrenzt als im vorigen Stadium. Die äussere Begrenzung des inneren Augenbecherblattes nähert sich beim Übergange von der Pars optica zur Pars coeca mit einer schärferen Krümmung als vorher der inneren Begrenzung, und diese zeigt eine entsprechende schwache Auswärtsbiegung nach der äusseren hin. Der Teil der Pars coeca retinae, der die Irisanlage bildet, ist im Verhältnis zu seiner Umgebung gleichsam nach der Pupillenöffnung hin umgebogen. Nach aussen von der Irisanlage zeigt die Augenbecherwand über der Pars coeca eine Eindrückung gegen die Augenbecherhöhle. Das innere Augenbecherblatt ist über der Irisanlage stark pigmentiert. Von der unmittelbaren Nähe des Augenbecherrandes aus erstreckt sich ein Zapfen pigmentierter Zellen längs der vorderen Fläche des äusseren Blattes (der Anlage des Sphincter pupillae). Das äussere Augenbecherblatt ist wie vorher dicker über der Pars coeca als über der Pars optica. Das Mesenchym über der Anlage der Pars coeca retinae bildet ein Gebiet, das sich von davorliegenden Mesenchymschichten durch seine relativ zerstreut liegenden Zellen unterscheidet.

Bei den beiden Reptilien begegnen wir denselben Vernissen betreffs der Entwickelung der Kammer wie denen, welche wir bei den untersuchten Vogelarten gefunden hatten. In einem frühen Stadium nach der Abschnürung der Linse existiert die Kammer als ein von dem Ectoderm nach vorn abgegrenzter Raum vor der Linse und ein Gebiet der Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung, das noch von Mesenchymgewebe unbedeckt ist (Stadium 1 der Natter von 3,3 mm Länge, Stadium 1 der Blindschleiche von 4,4 mm Länge). Peripher wird die Kammer in diesem Stadium von dem Mesenchym um-

geben, das in centraler Richtung nach der Pupillenöffnung hin zwischen Ectoderm und Augenbecherwand hineinragt, ohne den Augenbecherrand zu erreichen.

Die Kammer erhält hiernach, durch centrales Einwachsen des Mesenchyms in ihrer peripheren Umgebung, zuerst eine vollständige vordere mesenchymale Begrenzung und danach eine hintere, welche partiell und auf das Gebiet der Kammer nach aussen von der Pupillenöffnung beschränkt ist. Das Mesenchym, das später die vordere Begrenzung bildet, wächst zunächst vor die Pupillenöffnung als eine einfache Zellenschicht, das Hornhautendothel, ein. Bei der Natter, wo die Entwickelung am besten hat verfolgt werden können, erhält die Kammer durch das einwachsende Mesenchym zuerst eine Ausdehnung, die der der Pupillenöffnung entspricht (Stadium 2, Länge = 4,6 mm). Das Mesenchym erstreckt sich im Stadium 3 (Länge = 6,2 mm) vor die lateralen Partien der Pupillenöffnung hinter dem Ectoderm, sich centralwärts zuspitzend. Im Stadium 4 (Länge = 8 mm) bildet das vor der Pupillenöffnung vollständig eingewachsene Mesenchym centralwärts vom Augenbecherrande die einfache Zellenschicht, das Hornhautendothel. Die Kammer hat, wie im Stadium 3, dieselbe Ausdehnung wie die Pupillenöffnung, und die hintere mesenchymale Begrenzung fehlt noch. Der Augenbecherrand schiebt sich hiernach centralwärts ein, so dass er hinter den lateralen Partien des Hornhautendothels zu liegen kommt, wodurch die Kammer eine grössere Ausdehnung als die Pupillenöffnung erhält. Dies ist der Fall im Stadium 5 (Länge = 12 mm). Der Augenbecherrand ist während seines Vordringens von einer Mesenchymeinwachsung von der peripheren Umgebung der Kammer aus begleitet worden. Dieses Mesenchym, die mesenchymale Irisanlage, grenzt die Kammer nach hinten zu innerhalb des Gebietes nach aussen von der Pupillenöffnung ab und bildet mit dem Hornhautendothel den Kammerwinkel. Es bedeckt im letztgenannten Stadium die hier ausgebildete retinale Irisanlage.

Nachdem das Endothel der Hornhaut ausgebildet worden, wachsen, wie bei den Vögeln, die Stromazellen desselben von der Umgebung der Hornhautanlage her in den Raum zwischen dem Endothel und dem Ectoderm ein.

Amphibien.

Frosch (Rana temporaria).

Stadium 1. Länge = 6,5 mm. Fig. 23.

Querschnitt = 12 μ; Alaunkarmin.

Recht wohl ausgebildeter Augenbecher. Das distale Augenbecherblatt mächtig, das proximale dünn, im grösseren Teile seines Umkreises recht stark pigmentiert. Von dem Ectoderm abgeschnürte Linsenblase, mässig aus der Pupillenöffnung hervorragend, dieselbe nicht ausfüllend. Hinter dem Ectoderm über der Pupillenöffnung ein zellenfreies Gebiet, nach dessen peripherer Umgebung hin Mesenchym zwischen der Augenbecherwand und dem davorliegenden Ectoderm vordringt.

Stadium 2. Länge = 8 mm. Fig. 24.

Querschnitt = 12 μ; Alaunkarmin.

Das im vorigen Stadium erwähnte, zellenfreie Gebiet hinter dem Ectoderm über der Pupillenöffnung ist hier zum grossen Teil von zerstreut, unregelmässig liegenden Mesenchymzellen ausgefüllt; dicht vor der Linsenfläche und einem Gebiet der Augenbecherwand in der nächsten Umgebung der Pupillenöffnung findet sich ein zellenfreier Raum, der keine scharfe Abgrenzung gegen das Mesenchym besitzt, indem die Mesenchymzellen unregelmässig in denselben von der Umgebung her eindringen. Die Linse zum grössten Teil von hervorgewachsenen Linsenfasern ausgefüllt, mässig aus der Pupillenöffnung hervorragend, mit den äquatorialen Partien dicht dem nach der Pupillenöffnung zu umgebogenen Augenbecherrande anliegend. Das proximale Augenbecherblatt in seiner Gesamtheit stark pig-



Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

mentiert, desgleichen der Augenbecherrand und ein kleines Gebiet des distalen Augenbecherrandes dem Augenbecherrande zunächst. Der Augenbecher zum grössten Teil von einer Schicht dicht angehäufter Mesenchymzellen umschlossen, die teilweise Pigmentierung aufweist.

Stadium 3. Länge = 8,5 mm. Fig. 25.

Querschnitt = 12 μ; Alaunkarmin.

Die Linse ganz von Linsenfasern ausgefüllt. Der im vorigen Stadium erwähnte zellenfreie Raum vor der Linsenfläche und einem Gebiet der Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung hat eine gute Abgrenzung nach vorn erhalten, indem das umgebende Mesenchym sich zu einer dünnen Zellenschicht angeordnet hat. Diese spannt sich in Schnitte bogenförmig vor der Pupillenöffnung und angrenzendem Gebiet der Augenbecherwand aus und geht peripher in eine der Augenbecherwand anliegende, teilweise pigmentierte Mesenchymschicht über. Der eben erwähnte Raum hat demnach in diesem Stadium eine vordere mesenchymale Begrenzung durch eine dünne Zellenschicht und eine hintere Begrenzung, die nach aussen von der Pupillenöffnung aus einem Gebiet der Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung und innerhalb dieser letzteren aus der vorderen Linsenfläche besteht. Zwischen der Zellenschicht, die die vordere Begrenzung des Raumes bildet, und dem davorliegenden Ectoderm findet sich ein breiterer Zwischenraum mit vereinzelten, dicht hinter dem Ectoderm liegenden Zellen. Peripher wird dieser Zwischenraum von centripetal vordringendem Mesenchymgewebe mit zerstreut liegenden Zellen umgeben.

Stadium 4. Länge = 12 mm. Fig. 26.

Querschnitt = 12 μ. Wässrige Pikrinsäure (15 Teile) Formalin (5 Teile) + Eisessig (2 Teile); Hämatoxylin-Eosin.

Der oben erwähnte Raum vor der Linse und einem Gebiet der Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung

hat begonnen eine periphere hintere Begrenzung durch Mesenchym zu erhalten, das unmittelbar vor der Augenbecherwand eindringt, und das mit der Zellenschicht, die den Raum nach vorn abgrenzt, eine winkelförmige periphere Abgrenzung desselben bildet. Die Augenbecherwand nimmt noch an der hinteren Abgrenzung des Raumes mit einem Gebiet dicht an der Pupillenöffnung teil. Innerhalb des Gebietes der Pupillenöffnung besteht die hintere Begrenzung wie vorher aus der Linse. Längs der Hinterseite des über der Augenanlage sich vorwölbenden Ectoderms liegt in diesem Stadium eine dünne Schicht Mesenchymzellen. Zwischen derselben und der Zellenschicht, die die vordere Begrenzung des obenerwähnten Raumes bildet, findet sich ein breiterer Zwischenraum.

S t a d i u m 5. Länge = 14,5 mm. Fig. 27.

Querschnitt = 12 μ. Wässrige Pikrinsäure (15 Teile) + Formalin (5 Teile) + Eisessig (2 Teile); Hämatoxylin-Eosin.

Die vordere Kammer ist in diesem Stadium völlig ausgebildet. Sie besteht aus dem oben erwähnten Raum vor der Linse und der Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung, der anfangs einer hinteren mesenchymalen Begrenzung ermangelte und im vorigen Stadium ganz peripher eine solche erhalten hatte. In diesem vorhergehenden Stadium nahm noch ein Gebiet der Augenbecherwand nächst der Pupillenöffnung an der hinteren Begrenzung der Kammer teil. In dem nun vorliegenden Stadium wird die Kammer nach hinten durch Mesenchym innerhalb ihres ganzen Gebietes nach aussen von der Pupillenöffnung abgegrenzt, indem das Mesenchym vor der Augenbecherwand bis zum Pupillenrand hin eingewachsen ist. Das Mesenchym, das die Kammer nach hinten abgrenzt, ist stark pigmentiert. Es bedeckt die ausgebildete und von der Pars optica retinae wohlabgegrenzte Pars coeca und bildet über ein grösseres peripheres Gebiet derselben hin ein Balkenwerk. Der Zwischenraum, der vorher zwischen der die vordere Be-

grenzung der Kammer bildenden Zellenschicht und der hinteren, dem Ectoderm, vorhanden war, ist nun verschwunden, indem die erstere Mesenchymschicht sich ausgebuchtet und an die letztere angelegt hat, so dass diese Mesenchymschichten mit dem davorliegenden Ectoderm die Hornhaut bilden. Der Kammerraum ist hierdurch beträchtlich vertieft worden.

Auch beim Frosch findet sich demnach in einem frühen Stadium, nach der Abschnürung der Linse, ein zellenfreier Raum hinter dem Ectoderm über der Pupillenöffnung des Augenbechers, der peripher von Mesoderm umgeben ist, welches nach der Pupillenöffnung hin zwischen der Augenbecherwand und davorliegendem Ectoderm eindringt (Stadium 1, Länge = 6,5 mm). Im Laufe der folgenden Entwickelung wächst das Mesenchym vor die Pupillenöffnung ein. Hierbei lässt es einen Raum vor der Linse und der Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung frei, welcher Raum die Anlage der vorderen Kammer darstellt (Stadium 2, Länge = 8 mm). Sie hat in diesem Stadium noch keine scharfe Abgrenzung von dem davorliegenden Mesenchym, dessen Zellen unregelmässig in den Raum hineinragen. Erst sekundär bildet sich eine vordere mesenchymale Begrenzung heraus, indem das Mesenchym sich zu einer dünnen Zellenschicht ordnet, die das Endothel der Hornhaut bildet (Stadium 3, Länge = 8,5 mm). Die Kammer erhält hiermit eine schärfer markierte vordere Begrenzung, ermangelt aber noch einer hinteren Mesenchymbegrenzung. Sie wird nach hinten zu noch durch die Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung innerhalb ihres Gebietes nach aussen von dieser letzteren und durch die Linsenfläche innerhalb des Ge-

bietes der Pupillenöffnung abgegrenzt. Hiernach bildet sich eine hintere Begrenzung von Mesenchym heraus, das von der Peripherie des Kammerraumes her vor die Augenbecherwand bis zum Pupillenrande vordringt und mit der vorderen Begrenzung den Kammerwinkel bildet. Im Stadium 4 (Länge = 12 mm) ist die hintere mesenchymale Begrenzung in Ausbildung begriffen. Das Mesenchym, das dieselbe bildet, hat noch nicht den Pupillenrand erreicht. Im Stadium 5 (Länge = 14,5 mm) ist diese Begrenzung fertiggebildet. Das Mesenchym, das starke Pigmentierung erhalten hat, reicht bis an den Pupillenrand heran und bedeckt die ausgebildete Pars optica retinae, die Bindegewebsteile der Iris und des Corpus ciliare bildend; über der retinalen Anlage des letzteren hat es den Charakter eines Balkenwerkes.

Die Zellenschicht, die das Hornhautendothel bildet, tritt zunächst nicht in engerem Anschluss an das Ectoderm hervor, sondern ist durch einen breiten Zwischenraum in den Präparaten von demselben geschieden. Sie bildet sich vor der anfangs einfachen Zellenschicht aus, die die Anlage des Hornhautstromas darstellt. Dieses wird dicht neben dem Endothel angelegt und tritt gleichfalls während der nächsten Zeit von dem Endothel durch einen breiten Zwischenraum getrennt hervor (Stadium 3 und 4). Später buchtet sich indessen das Endothel hervor und legt sich dicht an die Stromaschicht an, wodurch der Zwischenraum aufgehoben und die Kammer vertieft wird.

In Übereinstimmung mit dem Verhältnis bei den Vögeln und Reptilien bildet sich somit beim Frosch zuerst die vordere mesenchymale Begrenzung der Kammer und hiernach die hintere aus, welch letztere bei den Amphibien gleichwie bei den Vögeln-Reptilien partiell ist und die Kammer nach hinten zu nach aussen von der Pupillenöffnung abgrenzt. Was die Einzelheiten betrifft, so besteht jedoch eine gewisse Verschiedenheit. Das Mesenchym, das die vordere Begrenzung der Kammer bildet,

wächst bei den Vögel-Reptilien als eine geordnete, einfache Zellenschicht, das Hornhautendothel, ein. Beim Frosch dagegen wächst zuerst das Mesenchym in nicht geordneter Schicht vor die Pupillenöffnung ein, die vorderen Partien des Raumes ausfüllend, und ordnet sich erst später zu einer geschlossenen Zellenschicht, dem Hornhautendothel. Wenn die vordere mesenchymale Begrenzung der Kammer ausgebildet ist die hintere mesenchymale Begrenzung aber noch fehlt, hat der Raum bei den Vögeln-Reptilien dieselbe Ausdehnung wie die Pupillenöffnung, beim Frosch dagegen eine grössere Ausdehnung als diese letztere. Die andere Mesenchymeinwachsung, aus der bei den Vögeln-Reptilien das Hornhautstroma hervorgeht, hat beim Frosch einen weniger in die Augen fallenden Charakter angenommen, scheint aber auch dort vorzukommen.

Selachier.

Torpedo ocellata.

Stadium 1. Länge = 17 mm. Fig. 28.

Querschnitt = 12 μ; Zenker'sche Flüssigkeit; Hämatoxylin-Eosin.

Wohl ausgebildeter Augenbecher. Die Linse von dem Ectoderm abgeschnürt, zum grossen Teil von hervorgewachsenen Linsenfasern ausgefüllt, überall von dem Augenbecherrande durch einen Zwischenraum getrennt. Zwischen dem Ectoderm und der Linse nebst einem Gebiet der Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung findet sich ein Raum, peripher umschlossen von Mesenchym, das zwischen Ectoderm und Augenbecherwand in centraler Richtung nach der Pupillenöffnung zu eindringt, ohne den Augenbecherrand zu erreichen. Dieser Raum kommuniziert zwischen der Linse und dem Augenbecherrande mit der Augenbecherhöhle und enthält in Übereinstimmung mit dieser eine feinfaserige Substanz und vereinzelte, zerstreute Zellen.

Stadium 2. Länge = 23 mm. Fig. 29.

Querschnitt = 12 μ; Zenker'sche Flüssigkeit; Hämatoxylin-Eosin.

Der im vorigen Stadium erwähnte Raum vor der Linse und einem Gebiet der Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung findet sich auch in diesem, mehr vorgeschrittenen Stadium. Das Mesenchym, das den Raum peripher abgrenzt, ist gegen das Ectoderm etwas mehr centralwärts vorgeschoben als in seinen hinteren Partien direkt vor der Augenbecherwand. Seine Begrenzung gegen den Raum ist nicht scharf, indem vereinzelte Zellen nach demselben hin weiter als andere vorragen. Die retinale Augenanlage ist beträchtlich weiter entwickelt als im vorigen Stadium, indem eine dünnere vordere Partie des inneren Augenbecherblattes begonnen hat, sich von ihrer proximalen Umgebung abzugrenzen. Innerhalb eines Gebietes dieser Partie, dicht um die Pupillenöffnung herum, ist die Augenbecherwand im Verhältnis zur Umgebung leicht nach der Öffnung hin umgebogen.

Stadium 3. Länge = 45 mm. Fig. 30.

Querschnitt = 12 μ; Zenker'sche Flüssigkeit; Hämatoxylin-Eosin.

Das Mesenchym zwischen dem Ectoderm und der Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung, das in den vorhergehenden Stadien centralwärts nicht an den Pupillenrand heranreichte, ist nun centralwärts vorgedrungen, so dass es die Augenbecherwand bis zur Pupillenöffnung bedeckt und mit einer dünnen Schicht hinter dem Ectoderm sich vor derselben in ihrer ganzen Ausdehnung fortsetzt. Der in den vorhergehenden Stadien erwähnte Raum vor der Linse und einem Gebiet der Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung ist infolge des Einwachsens des Mesenchyms auf das Gebiet der Pupillenöffnung beschränkt worden, und die vordere Wand des Raumes ist mit einer dünnen Mesenchymschicht

gleichsam austapeziert worden. Der Raum ist auch in der Richtung von vorn nach hinten relativ enger geworden als vorher und ist auf einem centralen Gebiet, woselbst die Linsenfläche der davorliegenden Mesenchymwand anliegt, aufgehoben. Das innere Augenbecherblatt ist auf einem recht ausgedehnten Gebiet um die Pupillenöffnung herum ganz dünn und zeigt innerhalb dieses Gebietes in Übereinstimmung mit dem äusseren, in seiner Gesamtheit pigmentierten Blatt eine starke Pigmentierung.

Bei Torpedo ocellata existiert somit während eines Stadiums nach der Abschnürung der Linse ein primärer Raum zwischen dem Ectoderm einerseits und der Linse nebst einem Gebiet der Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung andererseits, welcher Raum peripher von Mesenchym umschlossen wird, das ausserhalb desselben zwischen der Augenbecherwand und dem Ectoderm liegt (Stadien 1 und 2, Länge bzw. 17 und und 23 mm). Wir finden demnach bei dem fraglichen Selachier dieselbe primäre Kammer, wie wir sie in einem früheren Stadium nach der Abschnürung der Linse bei den Reptilien und Vögeln gefunden haben. Sie existiert bei dem Selachier noch in einem früheren Stadium (Stadium 2), wo die Pars coeca retinae sich von der Pars optica zu differenzieren beginnt, während die Entwickelung der Kammer bei den Reptilien und Vögeln, wenn die retinale Augenanlage einen entsprechenden Grad der Entwickelung wie im Stadium 2 bei den Selachiern erreicht hat, beträchtlich weiter fortgeschritten ist (vgl. mit Stadium 2 bei dem Selachier Stadium 2 bei der Blindschleiche, Stadium 4 bei der Natter, Stadium 4 bei der Ente, Stadium 5 beim Haubensteissfuss).

Bei dem Selachier wächst gleichwie bei den Reptilien und den Vögeln das Mesenchym später bis zum Pupillenrande ein,

füllt den vorher vorhandenen Teil des Raumes nach aussen von der Pupillenöffnung aus, so dass der Raum dieselbe Ausdehnung wie die Pupillenöffnung erhält, und tapeziert, gleichwie bei den Reptilien und Vögeln, die vordere Wand des Raumes vor der Pupillenöffnung mit einer dünnen Mesenchymschicht aus (Stadium 3).

Mensch.

Bei den nachstehenden Beschreibungen der verschiedenen Stadien verweise ich wie vorher auf beigefügte Abbildungen von Schnitten. In den Stadien 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9 sind gewisse Details der Beschreibungen Verhältnissen entnommen, die sich aus Rekonstruktionen nach der Bornschen Methode ergeben haben, welche ich von den Augenbechern dieser Embryonen zwecks einer bereits veröffentlichten Arbeit (Über die Pupillaröffnung des Augenbechers in früheren Entwickelungsstadien usw.; Arch. f. Augenh., Bd. LXXII, 1912) angefertigt habe. Abbildungen von diesen Rekonstruktionen finden sich daselbst. Denjenigen, der die Formentwickelung des Augenbechers und besonders der Pupillenöffnung und der Augenbecherspalte näher studieren will, verweise ich auf die genannte Arbeit. Die betreffenden Rekonstruktionen umfassen indessen nicht nur die Augenbecher, sondern auch das perilentikuläre Mesenchym. Eine Abbildung einer dieser Rekonstruktionen gebe ich in Fig. 65.

Stadium 1. Länge = 3,4 mm. Fig. 31.

(Embryo Nr. 9 in Keibels und Elzes „Normalentafeln".)

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Primäre Augenblase mit abgeplatteter distaler Fläche. Die Linse noch nicht angelegt. Eine vollständige Mesenchymschicht trennt die distale Fläche der Augenblase von dem Ectoderm.

Stadium 2. Länge = 4,5 mm.

(Embryo Nr. 17 in Keibels u. Elzes „Normalentafeln".)

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Augenblase in beginnender Umwandlung zum Augenbecher begriffen. Mesoderm fehlt vor der distalen Fläche der Augenblase, hinter dem davorliegenden Ectoderm, ausgenommen über einem schmäleren Randteil, vor welchem das Mesoderm hinter das davorliegende Ectoderm von der Umgebung her vordringt. Die distale Fläche der Augenblase hat eine seichte Einsenkung, die die Anlage der Augenbecherhöhle darstellt. Diese Einsenkung hat eine Fortsetzung auf dem Stiel, welche Fortsetzung die Anlage der Augenbecherspalte ist. Die Linsenanlage sichtbar in Form einer schwach eingesenkten, verdickten Ectodermplatte.

Stadium 3. Länge = 5 mm. Fig. 32.

(Embryo Nr. 20 in Keibels u. Elzes „Normalentafeln".)

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Augenbecher mit seichter Augenbecherhöhle, die eine Grube mit nach der Bodenpartie abfallenden Seitenwänden bildet. Das distale Augenbecherblatt verdickt, das proximale dünn. Die Augenbecherspalte bildet einen tiefen, im Profil ungefähr rechtwinkligen Defekt in der Wand des Augenbechers (l. c., Fig. 20). Sie erweitert sich nach der Pupillenöffnung hin und setzt sich auf dem Stiel in einer seichten Furche fort. Weit offenstehende Linsengrube, in welcher eine knopfförmige Zellenanhäufung liegt. Das in die Augenbecherspalte hineinragende Mesoderm reicht centralwärts bis an die der Spaltenwand zugewandte Wand der Linsenanlage. Nach der der Augenbecherspalte entgegengesetzten Seite hin dringt das Mesoderm von der Umgebung aus zwischen die peripheren Partien der Augenbecherwand und das davorliegende Ectoderm und endet zugespitzt ein Stück vom Augenbecherrande entfernt. Die Augenbecherwand ist hier, dem Augenbecherrande zunächst, von dem davorliegenden Ectoderm durch einen Zwischenraum geschieden, der zwischen dem Augenbecherrande und der Linsenanlage in die Augenbecherhöhle übergeht. Dieser Zwischen-

raum nebst der Augenbecherhöhle hinter der Linsenanlage wird von einer Substanz ausgefüllt, die ein feines Fasersystem bildet. Die Zellen an der proximalen Fläche der Linsenanlage und die Zellen des distalen Augenbecherblattes, die die Begrenzung der Augenbecherhöhle bilden, sind hier und da mit stachelförmigen Fortsätzen versehen, die mit dem eben erwähnten Fasersystem in der Augenbecherhöhle in Verbindung stehen.

Stadium 4. Länge = 6,1 mm. Fig. 33.

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Das Stadium liegt recht nahe dem soeben beschriebenen und zeigt im grossen und ganzen dieselben Verhältnisse wie dieses. Die Linsenanlage ist etwas mehr entwickelt als im vorigen Stadium; sie setzt sich schärfer als vorher gegen das umgebende Ectoderm ab, und die Wand der Grube ist seitwärts von der Augenbecherspalte stärker ausgebuchtet als vorher. Nach der der Augenbecherspalte entgegengesetzten Seite hin ragt das Mesoderm zwischen der Augenbecherwand und dem davorliegenden Ectoderm weiter centralwärts hinein als vorher, ohne jedoch die Pupillenöffnung zu erreichen.

Stadium 5. Länge = 7,7 mm. Fig. 34.

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Wohlausgebildeter Augenbecher mit teilweise ausgebuchteten Seitenwänden. Die Augenbecherspalte in ihrer Gesamtheit offenstehend, in ihren mittleren Partien verengt (l. c., Fig. 5). Linsenblase mit weit offenstehendem Linsenporus; in der Höhle derselben eine Zellenanhäufung. Seitwärts von der Augenbecherspalte ragt das Mesoderm von der Umgebung her keilförmig zwischen die Linsenblase und das angrenzende Ectoderm hinein, den hier befindlichen Zwischenraum ausfüllend. Nach der der Augenbecherspalte entgegengesetzten Seite hin ragt das Mesoderm zwischen die Augenbecherwand und das Ectoderm von der Umgebung aus hinein und endet zugespitzt in centraler Richtung, ehe es den Augenbecherrand erreicht hat.

Durch den hinteren Teil der Augenbecherspalte ragt Mesodermgewebe mit einem grossen Gefäss in die Augenbecherhöhle hinein, welches Gefäss sich der proximalen Wand der Linsenblase anlegt.

Die Pupillenöffnung hat in diesem Stadium eine fünfseitige Form angenommen, die sie auch in den nächstfolgenden Stadien beibehält. Diese Form ist bedingt durch fünf Einschnitte in den Augenbecherrand, von denen einer durch den vordersten Teil der Augenbecherspalte gebildet wird. Bei Lage der Augenbecherspalte nach unten zu liegen die übrigen vier zu zweien auf jeder Seite der Augenbecherspalte nach oben und nach unten (l. c.).

Stadium 6. Länge — 7,2 mm. Fig. 35.

(Embryo Nr. 26 in Keibels u. Elzes „Normalentafeln".)

Querschnitt = 12 μ; Alkohol, Hämatoxylin-Eosin.

Die Seitenwände der Augenbecherhöhle überall ausgebuchtet, der Augenbecherand nach der Pupillenöffnung hin umgebogen. Die Augenbecherspalte noch ihrer ganzen Ausdehnung nach offenstehend, in ihren mittleren Partien jedoch ganz schmal, fissurähnlich, von hier aus winkelförmig sich in proximaler Richtung nach dem Stiel hin und in distaler Richtung nach der Pupillenöffnung hin erweiternd. Geschlossene Linsenblase, mit noch nicht verdickter hinterer Wand und mittels eines schmalen, kurzen Stiels noch mit dem davorlegenden Ectoderm verbunden. Das Mesoderm zwischen der Augenbecherwand und dem Ectoderm setzt sich in centraler Richtung über die lateralen Partien der Pupillenöffnung hin fort, sich dicht längs der vorderen Wand der Linsenblase bis an den Stiel heran erstreckend. In dem Zwischenraum, der sich zwischen der Linsenblase und dem Pupillenrande befindet, ragt das Mesoderm in die oben erwähnten Einschnitte in dem Augenbecherrande, in der Richtung nach der Augenbecherhöhle hin, hinein. In diese ragt, wie im vorigen Stadium, durch den

hinteren Teil der Augenbecherspalte ein grosses Gefäss nach der proximalen Fläche der Linsenwand zu hinein.

Stadium 7. Länge = 10,3 mm. Fig. 36 (Fig. 65).

(Embryo Nr. 49 in Keibels u. Elzes „Normalentafeln".)

Querschnitt = 12 μ; Formalin-Spiritus, Hämatoxylin-Eosin.

Augenbecher mit teilweise, in ihren mittleren Partien, geschlossener Augenbecherspalte. Der geschlossene Teil markiert durch eine Furche an der Aussenwand des Augenbechers und eine ebensolche an der proximalen Fläche des distalen Augenbecherblattes. Linsenblase vollständig von dem Ectoderm geschieden; das Hervorwachsen von Linsenfasern hat begonnen; in der Blase an der distalen Wand eine Zellenanhäufung und vereinzelte Zellen im übrigen in der Höhle verstreut. Die Linsenblase ruht mit einer kleinen Wandstrecke auf dem Boden der Augenbecherhöhle und ragt mit ihrer höchsten, distalen Wölbung unbedeutend aus der Pupillenöffnung bis nahe an das davorliegende Ectoderm hervor. Über der Pupillenöffnung weist dieses eine leichte Einsenkung auf. Das Mesenchymgewebe zwischen der Augenbecherwand und dem Ectoderm in der Umgebung der Pupillenöffnung setzt sich vor dieser letzteren fort, den Zwischenraum zwischen der Linsenfläche und dem Ectoderm ausfüllend. Zwischen der Linse und dem Augenbecherrande setzt sich das Mesenchym vor der Pupillenöffnung in die Augenbecherhöhle hinein fort, in der Gegend der Augenbecherspalte und auf einem grossen Gebiet in der Umgebung derselben mit dem durch ihren hinteren, nicht geschlossenen Teil in die Augenbecherhöhle hineinragenden Mesenchym zusammenwachsend. Das Mesenchym in der Umgebung der Pupillenöffnung und zwischen den Rändern der Pupillenöffnung und der Linsenblase enthält Gefässe. Die Gefässe liegen hier in dem Mesoderm, das in die Augenbecherhöhle durch die Einschnitte im Augenbecherrande hineinragt. Ein Gefäss in dem von dem vordersten Teil der Augenbecherspalte gebildeten Ein-

schnitt, das durch diesen in die Augenbecherhöhle hineinragt, hat eine deutliche Verbindung mit einem grossen Gefäss, welches, gleichwie in den vorhergehenden Stadien, durch den hinteren Teil der Augenbecherspalte in die Augenbecherhöhle hineinragt. Das Mesenchymgewebe bildet somit eine die Linsenblase umschliessende, zwischen derselben und dem Augenbecherrande und proximalwärts hiervon gefässführende Kapsel, die nach der der Augenbecherspalte entgegengesetzten Seite hin einen grösseren, distalen Defekt aufweist, und die proximalwärts in einen Zapfen ausläuft, welcher durch den hinteren Teil der Augenbecherspalte sich in das Mesenchym in der Umgebung des Augenbechers fortsetzt. Die in Fig. 65 abgebildete Rekonstruktion des Mesenchymgewebes vor den vorderen Partien des Augenbechers und in der Augenbecherhöhle ist geeignet, das Aussehen dieser Mesenchymkapsel zu demonstrieren.

Stadium 8. Länge = 16 mm. Fig. 37.

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Augenbecher mit teilweise, in ihren mittleren Partien, gegeschlossener Augenbecherspalte. Das geschlossene Gebiet wird durch eine Einsenkung an der Aussenwand des Augenbechers markiert. Die Linsenblase ist beinahe zur Hälfte mit hervorgewachsenen Linsenfasern ausgefüllt; in dem Hohlraum ein Haufen Zellen und ein von den Wänden geschiedenes Coagulum. Das Ectoderm über der Pupillenöffnung nicht mehr eingesenkt, aber abgeplattet. Der Zwischenraum zwischen der Linsenfläche und dem Ectoderm verhältnismässig breiter als vorher, ausgefüllt von aus der Umgebung hineinragendem Mesodermgewebe, das der Linsenfläche zunächst eine Zone mit relativ zerstreut liegenden Zellen bildet, woselbst das Gewebe dem Aussehen nach aufgelockert ist. Die Mesenchymhülle, die proximalwärts von dem Augenbecherrande die Linse umschliesst, ist nunmehr so gut wie vollständig, aber auf einem Gebiet nach der der Augenbecherspalte entgegengesetzten Seite hin verhältnismässig

dünn, und die Zellen sind hier durch grössere Zwischenräume voneinander getrennt.

Stadium 9. Länge = 17,1 mm. Fig. 38.

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Augenbecher mit abgerundeter Pupillenöffnung (l. c., Fig. 16); der hintere Teil der Augenbecherspalte ist in einen in die Augenbecherhöhle und nach aussen mündenden Gefässkanal umgeformt, dessen äussere Mündung auf dem Stiel in der Nähe der Ansatzstelle desselben liegt (l. c., Fig. 25). Entsprechend dem Platze der Augenbecherspalte weist die äussere Augenbecherwand eine breite Einsenkung auf. Die Linse ragt beträchtlich mehr als vorher aus der Pupillenöffnung hervor (vgl. l. c., Fig. 25), überall von dem Augenbecherrande durch einen Zwischenraum geschieden. Die Linse ist offenbar ganz von Linsenfasern ausgefüllt gewesen (in ihrem Inneren teilweise beim Schneiden zerfetzt). Das Ectoderm über die Linse vorgewölbt, ebenso das vor der Linse liegende Mesoderm, entsprechend der Form der Linsenfläche. Die Zellen des vorgewölbten Mesenchyms zu einer einzelligen Schicht geordnet, die nahe der Hinterseite des davorliegenden Ectoderms liegt. Zwischen die peripheren Partien dieser einzelligen Mesenchymschicht und das davorliegende Ectoderm schiebt sich Mesenchym aus der Umgebung, keilförmig in centraler Richtung zugespitzt, ein. Die Linse ist von davorliegendem Mesenchym durch einen schmalen Zwischenraum geschieden. Die einzellige Mesenchymschicht geht peripher in das Mesenchymgewebe über, das aus der Umgebung der Pupillenöffnung über die lateralen Partien dieser letzteren hineinragt. Dieses Mesenchymgewebe setzt sich proximalwärts zwischen der Augenbecherwand und der Linse in die Mesenchymhülle fort, die proximalwärts vom Augenbecherrande die Linse umschliesst.

Stadium 10. Länge = 22,7 mm. Fig. 39.

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Die dem Platze der Augenbecherspalte entsprechende Einsenkung in der Aussenwand des Augenbechers ist ganz seicht. Die Pupillenöffnung von runder Form. Das Mesenchymgewebe zwischen dem Ectoderm und der Augenbecherwand ragt von der Umgebung der Pupillenöffnung her über die lateralen Partien derselben hinein und geht von hier aus wie vorher centralwärts in eine einzellige Schicht über, die dicht hinter dem Ectoderm liegt. Zwischen die peripheren Partien dieser einzelligen Mesenchymschicht und das davorliegende Ectoderm ragt wie vorher Mesenchymgewebe von der Umgebung her hinein. Die Linse ist von dem davorliegenden Mesenchym durch einen nunmehr beträchtlichen Raum geschieden, der eine faserige Substanz von ähnlichem Aussehen wie die in der Augenbecherhöhle vorkommende Glaskörpersubstanz nebst vereinzelten Zellen enthält. Dieser Raum, dessen Entwickelung wir in den nachfolgenden Stadien kennen lernen werden, ist die vordere Kammer. Sie wird also nach vorn durch eine einzellige Mesenchymschicht, die das Hornhautendothel ist, abgegrenzt. Das Mesenchym, das vor den lateralen Partien dieser letzteren Schicht zwischen dieselbe und das Ectoderm von der Umgebung her eindringt, ist die hineinragende Stromazellenschicht der Hornhaut, die noch über einem grösseren centralen Gebiete fehlt. Peripher wird die Kammer von dem Mesenchymgewebe vor den lateralen Partien der Pupillenöffnung umschlossen, in welches die Endothelschicht ausläuft, und welches nach hinten zu zwischen dem Augenbecherrande und der Linse sich in die Augenbecherhöhle fortsetzt. Die Kammer hat demnach eine geringere Ausdehnung als die Pupillenöffnung. Die hintere, von der Linsenfläche gebildete Begrenzung der Kammer ist nicht vollständig, indem der Raum auf einem Gebiet um die Linse herum nach hinten zu zwischen derselben und dem Mesenchym weitergeht, das centralwärts vom Augenbecherrande in die Augenbecherhöhle hineinragt. Das Mesenchym,

das peripher die Kammer umschliesst, zeigt dicht neben dem Beginn des Endothels einen kleinen zapfenförmigen Ausläufer nach dem Kammerraume hin.

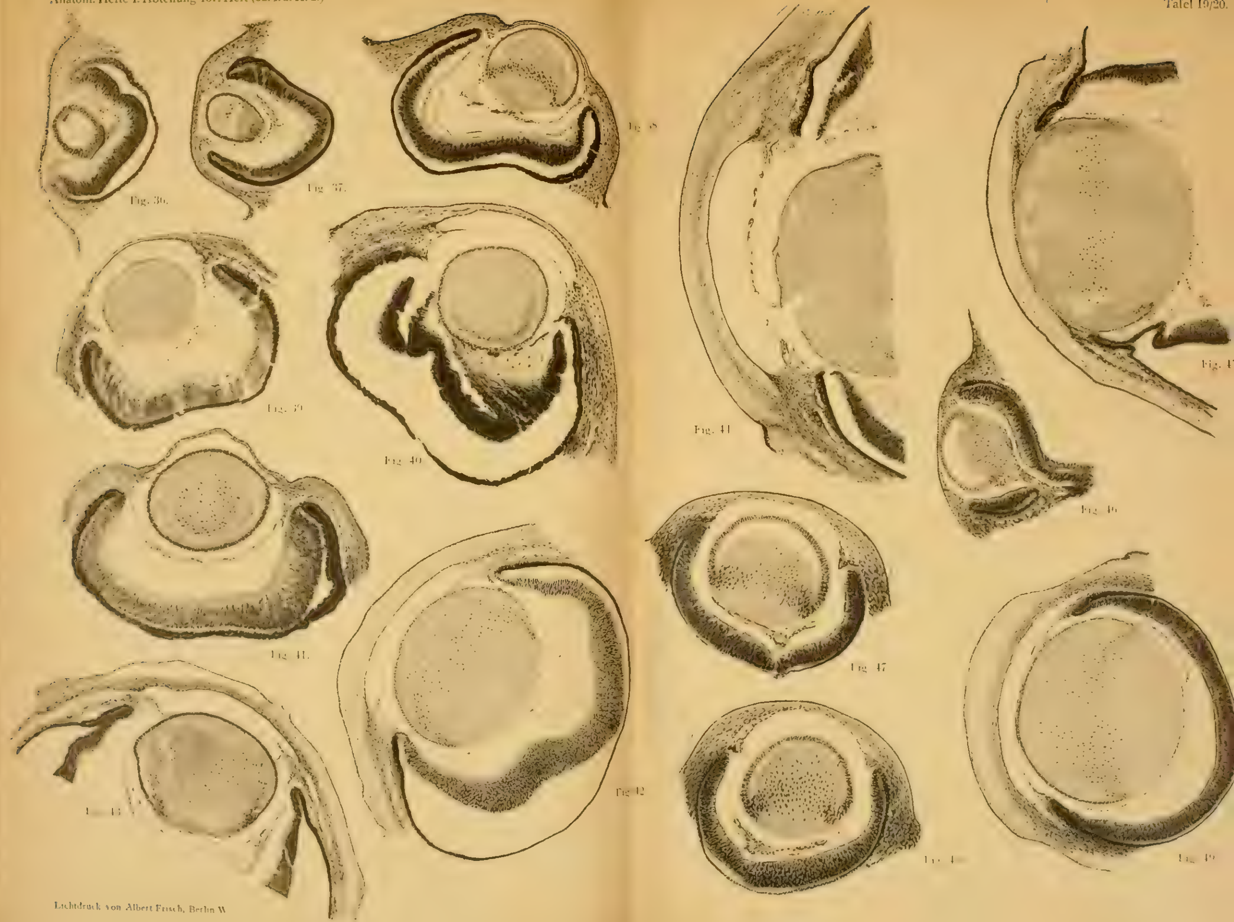
Stadien 11, 12, 13, 14. Länge bzw. = 21, 21,1 31, 35 mm. Fig. bzw. 40, 41, 42, 43.

Nr. 11, 12, 14 Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Nr. 13 Querschnitt = 6 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Die beiden erstgenannten Embryonen in dieser Gruppe haben demnach etwas geringere Körperlänge als der Embryo im zuletzt beschriebenen Stadium. Sie sind jedoch in der Entwickelung weiter vorgeschritten als dieses. Sämtliche Embryonen innerhalb der Gruppe haben eine vordere Kammer, die in den verschiedenen Stadien ungefähr denselben Grad der Entwickelung zeigt.

Die Kammer, die im vorigen Stadium (Nr. 10) noch einer hinteren mesenchymalen Begrenzung ermangelte, hat nun eine, wenn auch nicht vollständige solche erhalten. Im Stadium 10 wies das die Kammer peripher umschliessende Mesenchym in gewissen Gebieten einen zapfenförmigen Fortsatz nach dem Kammerraume hin neben dem Endothel auf. Von diesem Mesenchym her hat sich nun eine grössere zirkuläre Einwachsung nach der vorderen Linsenfläche hin ausgebildet, die innerhalb eines peripheren Gebietes die hintere Begrenzung der Kammer bildet. Sie hat eine verhältnismässig breite Basis und verschmälert sich centralwärts zu einer dünnen Zellenschicht, die sich an die vordere Linsenfläche anlegt. (Im Stadium 11, wo die Linse offenbar nach hinten hin künstlich disloziert worden ist, ist letzteres nicht der Fall.) Mit dem Endothel bildet diese Mesenchymeinwachsung eine Abgrenzung des Kammerraumes nach der Peripherie zu, die den Kammerwinkel darstellt. Diese Abgrenzung ist in dem sehr gut konservierten Stadium 13 (Fig. 42), wo die Kammer ein von den Wänden meistens abgelöstes Coagulum enthält, scharf bogenförmig auswärtsgebogen. (Dies



Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W

ist auch im Stadium 11 der Fall; in den beiden übrigen ist die Abgrenzung winkelförmig.) Der periphere dickere Teil der Mesenchymeinwachsung bildet die Anlage der mesenchymalen Iris; die dünnere Zellenschicht, in welche sie centralwärts ausläuft, ist die hervorwachsende Pupillarmembran, die noch über einem grösseren centralen Gebiet fehlt, innerhalb dessen die hintere Begrenzung der Kammer aus der Linsenfläche besteht. Der Augenbecherrand liegt peripher von dem Kammerwinkel. Die Kammer hat somit in den Stadien innerhalb dieser Gruppe, gleichwie im vorhergehenden Stadium 10, eine geringere Ausdehnung als die Pupillenöffnung. Centralwärts von dem Augenbecherrande bildet das Mesenchym vor der Pupillenöffnung einen den Rand bedeckenden Fortsatz in die Augenbecherhöhle hinein. Die Hornhautanlage hat sich in diesen Stadien entwickelt, so dass eine vollständige Stromazellenschicht vorhanden ist. Im Stadium 10 ragte diese Schicht aus der Umgebung nur vor die lateralen Partien des Endothels hinein. Das Einwachsen ist nun offenbar über die centralen Teile hin fortgeschritten. In den Stadien 11 und 12 ist die Stromazellenschicht noch dünn im Vergleich mit der viel mächtigeren Schicht, die das Stroma in den Stadien 13 und 14 bildet.

Stadium 15. Länge = 51 mm. Fig. 44.

Querschnitt = 18 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Wir sehen, dass die beginnende Einwachsung der Pupillarmembran, die in den nächstvorhergehenden Stadien vorhanden war, fortgeschritten ist, so dass in diesem Stadium eine vollständige Pupillarmembran vorliegt. Diese ist reichlich mit kleinen Gefässen versehen. Die Kammer hat durch die Ausbildung derselben eine vollständige hintere mesenchymale Begrenzung erhalten. Der Augenbecherrand ist centralwärts vorgedrungen. Er liegt ungefähr mitten vor dem noch bogenförmigen Kammerwinkel. Die Kammer, die vorher eine geringere Ausdehnung als die Pupillenöffnung hatte, hat so nun ungefähr dieselbe Ausdehnung wie diese erhalten.

S t a d i u m 16. Länge = 52 mm. Fig. 45.

Querschnitt = 18 μ; Hämatoxylin-Eosin.

In diesem Stadium ist der vorher vorhandene Kammerraum als freier Raum aufgehoben. Die vordere Linsenfläche mit dem davorliegenden Mesenchymgewebe, das die hintere mesenchymale Wand der Kammer bildet, liegt dicht dem Hornhautendothel angedrückt. Auf der einen Seite in dem abgebildeten Schnitt ist ein peripherer Teil des Kammerraumes jedoch noch sichtbar als eine schmale Spalte zwischen dem Hornhautendothel und der Pupillarmembran. Entsprechend der Irisanlage ist das innere Augenbecherblatt auf einem kleinen Gebiet dem Pupillenrande zunächst leicht pigmentiert. Diese spärliche Pigmentierung setzt sich über den Pupillenrand hinüber auf einem ganz kleinen Gebiete des äusseren Blattes nächst dem Rande fort, worauf eine starke Pigmentierung beginnt.

S t a d i e n 17 u n d 18. Länge bzw. = 90 und 120 mm.

Querschnitt = 18 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Die Wände der Kammer sind bereits in dem jüngeren dieser Stadien wieder voneinander getrennt, so dass ein freier Kammerraum wieder seiner ganzen Ausdehnung nach vorhanden ist. In demselben findet sich ein von den Wänden zum grössten Teil abgelöstes Coagulum. Die Ciliarfortsätze sind schon bei dem jüngeren Embryo angelegt, der Augenbecherrand ragt hier centralwärts vom Kammerwinkel ein, so dass das Mesenchymgewebe, das die Kammer nach hinten weitest peripher abgrenzt, die retinale Iris deckt; in dem älteren Stadium ist der Augenbecherrand weiter centralwärts eingedrungen, so dass die Kammer sich peripher vor einen centralen Teil des Corpus ciliare erstreckt. Die Pupillenmembran geht in beiden Stadien von der Spitze der mesenchymalen Iris aus.

Beim Menschen findet sich demnach in einem frühen Stadium, wo die primäre Augenblase noch vorhanden und die Linse noch nicht angelegt ist, eine vollständige Mesenchymschicht zwischen der distalen Fläche der Augenblase und dem Ectoderm (Stadium 1, Länge = 3,4 mm). Von der kontinuierlichen Beschaffenheit dieser primären Mesenchymschicht habe ich mich durch Rekonstruktion überzeugt. Bei der ersten Linsenanlegung, wenn die Linsenplatte vorhanden ist, ist das Mesenchym auf einem grossen centralen Gebiete der distalen Fläche der Augenblase, die in den Augenbecher umgewandelt zu werden beginnt, verschwunden (Stadium 2, Länge = 4,5 mm). Wenn die Linse vollständig von dem Ectoderm abgeschnürt worden ist, ist das Mesenchym indessen wieder vor den ausgebildeten Augenbecher und seine Pupillenöffnung, die eine fünfseitige Form angenommen hat, eingewachsen (Stadien 7 und 8, Länge = bzw. 10,3 und 16 mm). Es füllt den Zwischenraum zwischen der Linse und dem davorliegenden Ectoderm aus. Erstere ragt nur unbedeutend aus der Pupillenöffnung heraus, von deren Rändern sie durch einen Zwischenraum geschieden ist. Letzteres ist auch noch nicht über die Umgebung emporgewölbt. (Es zeigt statt dessen im Stadium 7 über der Pupillenöffnung eine leichte Einsenkung.) Zwischen der Linse und den Rändern der Pupillenöffnung setzt sich das Mesenchym auch auf der hinteren Fläche der Linse in die Augenbecherhöhle hinein fort.

Die Linse ragt später (Stadium 9, Länge = 17,1 mm) beträchtlich mehr als vorher aus der nunmehr gerundeten Pupillenöffnung hervor, und das davorliegende Mesenchym und Ectoderm wölbt sich im Zusammenhang hiermit über die Umgebung empor. Das Mesenchym hinter dem vorgewölbten Ectoderm bildet nunmehr eine einfache Zellenschicht, das Hornhautendothel, das peripher in das Mesenchym vor den lateralen Partien der Pupillenöffnung ausläuft (Stadium 9, Länge =

17,1 mm; Stadium 10, Länge = 22,7 mm). Zwischen die lateralen Partien des Endothels und das Ectoderm ragt von der Umgebung her (Stadien 9 und 10) Mesenchym hinein, das durch centrales Einwachsen später eine vollständige Schicht Mesenchymzellen, die Stromazellen der Hornhaut, zwischen dem Endothel und dem Ectoderm bildet (Stadium 11, Länge = 21 mm, und die folgenden Stadien).

Die vordere Kammer bildet zunächst einen Raum zwischen dem Hornhautendothel und der Linsenfläche (Stadium 11). Sie ermangelt noch einer mesenchymalen hinteren Begrenzung und setzt sich auf einem Gebiet um die Linse herum nach dem Innern der Augenbecherhöhle zu fort. Peripher wird die Kammer in diesem Stadium von dem Mesenchym vor den lateralen Partien der Pupillenöffnung umschlossen.

Durch ein centrales Einwachsen dieses Mesenchyms bis zur vorderen Linsenfläche und weiter vor dieselbe erhält die Kammer später eine vollständige hintere mesenchymale Begrenzung. Diese Mesenchymeinwachsung bildet mit dem Hornhautendothel den Kammerwinkel. Ein peripherer Teil derselben ist relativ mächtig und bildet die mesenchymale Irisanlage (mit deren nächster Fortsetzung nach der Peripherie hin). Centralwärts verschmälert sie sich zu einer dünnen Schicht über der Linsenfläche, der Pupillarmembran. In den Stadien 11, 12, 13 und 14 (Länge = 35 mm) ist die hintere mesenchymale Begrenzung der Kammer nur erst peripher ausgebildet, indem die einwachsende Pupillarmembran noch über einem grösseren centralen Gebiete fehlt. Im Stadium 15 (Länge = 51 mm) (und den folgenden) ist die Pupillarmembran auch über dieses Gebiet hin vorgedrungen und die hintere mesenchymale Begrenzung der Kammer ist damit fertiggebildet.

Die Kammer hat zunächst eine geringere Ausdehnung als die Pupillenöffnung und der Augenbecherrand liegt noch in den

Stadien 11, 12, 13, 14, wo die hintere mesenchymale Begrenzung der Kammer in Ausbildung begriffen ist, peripher von dem Kammerwinkel. Der Augenbecherrand dringt hiernach centralwärts vom Kammerwinkel ein, wodurch die Kammer eine Ausdehnung nach aussen von der Pupillenöffnung erhält, und ein Gebiet der Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung hinter den peripheren, dickeren Teil des Mesenchyms (die mesenchymale Iris und deren nächste Fortsetzung nach der Peripherie zu), der die hintere Begrenzung der Kammer bildet, verlegt wird. Dieses Gebiet entspricht der retinalen Iris und einem centralen Teil des retinalen Corpus ciliare. Im Stadium 17 (Länge = 90 mm) ist der Augenbecherrand centralwärts vom Kammerwinkel eingedrungen, so dass das Mesenchym, das weitest peripher die Kammer nach hinten abgrenzt, die retinale Iris deckt. Im Stadium 18 ist der Augenbecherrand noch weiter centralwärts eingedrungen, so dass die Kammer peripher sich auch vor den vordersten Teil des Corpus ciliare erstreckt.

Die Untersuchung ergibt, dass der Kammerraum beim Menschen, nachdem er schon einmal (Stadien 10—15) vorhanden gewesen ist, in einem späteren Stadium der Entwickelung, nachdem sowohl seine vordere wie seine hintere mesenchymale Begrenzung schon vollständig geworden, eine Zeitlang als freier Raum zu existieren aufhört, indem das Mesenchym, das die hintere Begrenzung der Kammer bildet, sich dicht an die hintere Fläche der Hornhaut anlegt und die Grenze zwischen ihnen auf diese Weise ohne eingehende Prüfung relativ schwer unterscheidbar wird. Dieser enge Anschluss zwischen den genannten beiden Flächen existiert eine Zeitlang. Dann trennen sich die Wände der Kammer wieder voneinander, zunächst nur in der Gegend des Kammerwinkels, bald aber ihrer ganzen Ausdehnung nach. Dies sekundäre Wiedererscheinen des Kammerraumes ist nun mit seiner primären Bildung verwechselt

worden, wodurch sich gewisse Autoren nicht nur über den Zeitpunkt der Kammerbildung, sondern auch über ihre Entstehungsart eine falsche Vorstellung gebildet haben. Wie ich einleitungsweise erwähnte, fanden Seefelder und Wolfrum keine Kammer bei den jüngsten untersuchten Embryonen von 53, 65 und 70 mm Nackensteisslänge. (Bei einem Embryo, als dessen Alter das Ende des 5. Monats angegeben wird, fand sich auch keine Kammer und bei einem aus dem Ende des 5. Monats fand sich von einer Kammer nur eine kleine Lücke peripher zwischen dem Hornhautendothel und der Membrana pupillaris.) Erst zu Ende des 5. Monats sollen die ersten Spuren einer Kammer nach diesen Autoren vorhanden sein. Seefelders und Wolfrums Untersuchung über die Entwickelung der Kammer beim Menschen hat offenbar nicht hinreichend frühe Stadien umfasst. Bemerkenswert ist auch, dass Seefelder und Wolfrum schon bei den jüngsten seiner Föten ein deutliches Hornhautendothel fanden, und dass dieses dicht an die Membrana pupillaris angedrückt lag. Wir finden hier die Verhältnisse wieder, die in dem von mir untersuchen Stadium 16 vorhanden sind. Ich habe auch oben erwähnt, dass mehrere andere Autoren, in Übereinstimmung mit meinen Befunden, für eine ganze Reihe früherer Stadien, bei Embryonen, die jünger als die von Seefelder und Wolfrum untersuchten jüngsten waren, das Vorhandensein einer Kammer konstatiert haben.

Das von mir nachgewiesene Verhältnis erklärt somit unschwer die bisher einander scheinbar widersprechenden Beobachtungen, die sich in der Literatur betreffs des Zeitpunktes des Auftretens der Kammer beim Menschen finden. Diese zuvor gemachten Beobachtungen sind andererseits geeignet, den nachgewiesenen Umstand zu bestätigen, dass sich der Kammerraum beim Menschen während einer gewissen Periode der Entwickelung bis zum Verschwinden verengert, um später wieder

aufzutreten. Eine weitere Bestätigung hierfür liefert in gewissem Grade der Umstand, dass das gleiche nach meinen gleich anzuführenden Befunden auch für die eine der untersuchten zwei Säugetierarten gilt.

Vergleichen wir mit der Entwickelung der Kammer beim Menschen die bei den Vögeln-Reptilien und die bei dem Amphibium, so finden wir die Verhältnisse überall gleich darin, dass die Kammer ihre hintere mesenchymale Begrenzung, durch Einwachsen von Mesenchym von ihrer peripheren Umgebung her, erst erhält, nachdem die vordere (mesenchymale) Begrenzung vollständig geworden ist.

Betreffs der Ausbildung der letzteren liegen gewisse Verschiedenheiten vor. Das Mesenchym, das die vordere Begrenzung bildet, wächst bei den Vögeln als eine geordnete, einfache Zellenschicht, das Hornhautendothel, hinter dem Ectoderm ein, die vordere Wand des Raumes zwischen dem Ectoderm und der Linsenfläche gleichsam austapezierend. Bei dem Amphibium wächst zuerst Mesenchym in nicht geordneter, dickerer Schicht ein und füllt die vorderen Partien des entsprechenden Raumes teilweise aus, ein zellenfreies Gebiet zwischen sich und der Linsenfläche lassend, worauf das Hornhautendothel durch eine Regularisierung dieses Mesenchyms zustande kommt. Beim Menschen wird anfangs der Raum zwischen dem Ectoderm und der Linsenfläche von einwachsenden, nicht regelmässig geordneten Mesenchymzellen ausgefüllt, und erst später tritt gleichzeitig mit einem freien Kammerraum eine einfache Zellenschicht, das Hornhautendothel, zwischen dem Ectoderm und der Linsenfläche auf.

Von dem Zeitpunkte ab, wo die Kammer eine vollständige vordere mesenchymale Begrenzung schon hat, die hintere aber noch fehlt, hat sie bei dem Amphibium eine grössere Ausdehnung als die Pupillenöffnung. Das Mesenchym, das die hintere Begrenzung bildet, wächst hier dann bis zum Augen-

becherrande ein. Bei den Vögeln-Reptilien hat die Kammer in diesem Stadium dieselbe Ausdehnung wie die Pupillenöffnung. Der Augenbecherrand dringt hiernach centralwärts ein, wodurch die Kammer sich nach aussen von der Pupillenöffnung erstreckt, und zwar wird sie hierbei von dem Mesenchym begleitet, das die hintere Begrenzung bildet. Beim Menschen dagegen hat die Kammer in diesem Stadium und noch, wenn die hintere Begrenzung in Ausbildung begriffen ist und mit der vorderen den Kammerwinkel bildet, eine geringere Ausdehnung als die Pupillenöffnung. Das Mesenchym, das die hintere Begrenzung bildet, wächst hier früher als der Augenbecherrand ein. Dieser schiebt sich dann hinter dem Mesenchym centralwärts vom Kammerwinkel ein.

Die hintere mesenchymale Begrenzung bleibt bei den Vögeln-Reptilien und bei dem Amphibium partiell und auf das Gebiet der Kammer nach aussen von der Pupillenöffnung beschränkt, beim Menschen dagegen wächst das Mesenchym vor und deckt als Pupillarmembran auch die Pupillenöffnung.

Katze.

Von den nachstehend angeführten Stadien 1 und 3 fertigte ich für meine oben zitierte Arbeit die dort abgebildeten Rekonstruktionsmodelle des Augenbechers an. In die hier folgenden Beschreibungen dieser Stadien habe ich gewisse Einzelheiten, die sich aus den Rekonstruktionen ergeben haben, aufgenommen.

Stadium 1. Länge = 10 mm. Fig. 46.

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Augenbecher mit teilweise in ihren mittleren Partien geschlossener Augenbecherspalte und mit einer vierseitigen Pupillenöffnung (l. c., Fig. 41), deren Ecken von vier, je zwei auf jeder Seite der Augenbecherspalte liegenden, Einschnitten im Augenbecherrande gebildet werden. Der vorderste Teil der

Augenbecherspalte bildet einen fünften Einschnitt, der an der Mitte einer von den Seiten der Pupillenöffnung liegt. Retinalpigment vorhanden. Die Linse, die zu ungefähr $^2/_3$ von hervorgewachsenen Linsenfasern ausgefüllt ist, füllt einen grossen Teil der Augenbecherhöhle aus und ragt mässig aus der Pupillenöffnung hervor, von deren Rändern sie überall durch einen Zwischenraum geschieden ist. Das Mesenchym ragt von der Umgebung der Pupillenöffnung her, centralwärts zugespitzt, vor die lateralen Partien der vorderen Linsenfläche hinein und schiebt sich nach der Augenbecherhöhle hin zugespitzt in den Zwischenraum zwischen Linse und Rändern der Pupillenöffnung hinein. Das Mesenchymgewebe ist von der Linsenfläche durch einen Zwischenraum geschieden; die Begrenzung desselben entspricht im ganzen der Form der Linsenfläche. In dem Zwischenraume findet sich eine feinfaserige Substanz von ähnlichem Aussehen wie die, welche in der Augenbecherhöhle vorkommt. Mesenchymgewebe fehlt noch vor einem centralen Gebiet der vorderen Linsenfläche, die hier dem davorliegenden Ectoderm dicht anliegt. In die Augenbecherhöhle ragt Mesenchymgewebe mit einem grösseren Gefäss von der Umgebung des Augenbechers her durch den offenstehenden, hinteren Teil der Augenbecherspalte hinein und kleidet ein grösseres Gebiet der distalen Fläche der Linse aus.

Stadien 2 und 3. Länge bzw. 13 mm und 10,9 mm. Fig. 47 und 48.

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Die Linse ist im Stadium 2 zu ungefähr $^3/_4$, im Stadium 3 so gut wie vollständig von hervorgewachsenen Linsenfasern ausgefüllt. Sie ist also im Stadium 2 etwas weniger entwickelt als im Stadium 3, trotzdem die Länge des ersteren Embryos die des letzteren etwas übersteigt. Die Augenanlagen zeigen im übrigen ungefähr denselben Grad der Entwickelung. Die Pupillenöffnung ist im Stadium 3 gemäss der hierfür ange-

fertigten Rekonstruktion l. c., Fig. 42, rund mit ganz seichten Einschnitten und in der Form sich einem Oval nähernd.

Das Mesenchym vor der Pupillenöffnung, das im vorigen Stadium noch über einem centralen Gebiet fehlte und von der dahinterliegenden Linsenfläche durch einen von einer feinfaserigen Substanz ausgefüllten Zwischenraum ausgefüllt war, ist nun auch vor die centralen Partien der Linsenfläche eingewachsen. Zwischen demselben und der Linse findet sich in beiden Stadien ein ansehnlicher Raum, ausgefüllt von einer feinfaserigen Substanz ähnlichen Aussehens wie die, welche in der Augenbecherhöhle vorkommt. Der Raum ist die vordere Kammer, die nach vorn und nach den Seiten hin eine bogenförmig nach vorn gebogene Begrenzung durch das Mesenchym hat, welche Begrenzung im ganzen der Form der Linsenfläche entspricht. Die Mesenchymzellen, die die Kammer begrenzen, bilden eine Endothelschicht, das Hornhautendothel, das sich nach der Peripherie zu verliert. Das Mesenchym vor dieser Endothelschicht ist die Stromazellenschicht der Hornhaut, die der ganzen Ausdehnung nach vorhanden ist. Die Zellen der Endothelschicht bilden in einigen Schnitten vereinzelte, kleine, stachelige Fortsäze nach dem Kammerraume hin. Die hintere, von der Linsenfläche gebildete Begrenzung der Kammer ist nicht vollständig, indem der Raum auf einem Gebiet um die Linse herum mit der Augenbecherhöhle kommuniziert. Die Kammer hat eine geringere Ausdehnung als die Pupillenöffnung, indem das Mesenchym vor derselben gleich centralwärts vom Augenbecherrande in eine nach der Augenbecherhöhle zu gerichtete, gefäßführende Spitze ausläuft, die den Augenbecherrand von dem Kammerraume scheidet. In die Augenbecherhöhle ragt wie im vorigen Stadium durch einen Kanal, der dem hintersten, nicht geschlossenen Teil der Augenbecherspalte entspricht, Mesenchym mit einem größeren Gefäß hinein und breitet sich über die distale Fläche der Linse aus. In der Augenbecherhöhle

findet sich eine feinfaserige Substanz, die um die Linse herum distalwärts sich in der Substanz ähnlichen Aussehens, die in dem Kammerraum vorhanden ist, fortsetzt.

Stadium 4. Länge = 20 mm. Fig. 49.

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Die Kammer hat in diesem Stadium eine vollständige hintere Begrenzung durch Mesenchym erhalten, das mit dem Hornhautendothel eine scharf bogenförmig nach auswärts gebogene Abgrenzung der Kammer peripher vom Kammerwinkel bildet. Von dem Mesenchym, das die hintere Begrenzung bildet, ist ein dickerer peripherer Teil abgesondert, der die mesenchymale Irisanlage bildet. Dieser verschmälert sich centralwärts in eine dünne gefässführende Schicht vor der Linsenfläche, die die Pupillenmembran darstellt. In dem Kammerraum spannen sich vereinzelte feine Fäden zwischen den in den beiden nächst vorher beschriebenen Stadien erwähnten stacheligen Fortsätzen der Zellen des Hornhautendothels und der Pupillarmembran aus. Der Raum enthält im übrigen eine ganz schwach gefärbte Substanz. Der Augenbecherrand liegt ungefähr gerade vor dem Kammerwinkel, so dass die Ausdehnung der Kammer in diesem Stadium ungefähr der der Pupillenöffnung entspricht. Das Mesenchym gleich centralwärts vom Augenbecherrande hat feine Verbindungen mit einer dünnen Gefässkapsel, die proximalwärts von der Pupillenöffnung die Linse umschliesst. Die retinale Irisanlage ist als ein kleines pigmentiertes Gebiet des inneren Augenbecherblattes neben dem Pupillenrande markiert.

Stadium 5. Länge = 25 mm. Fig. 50.

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Die Kammer ist seichter als im vorigen Stadium, und innerhalb eines etwas excentrisch liegenden Gebietes, woselbst die Pupillarmembran dicht dem Hornhautendothel angedrückt liegt, ist ihr freier Raum aufgehoben. Der Augenbecherrand ist etwas centralwärts von dem Kammerwinkel vorgedrungen, so dass

die Kammer sich etwas nach aussen von der Pupillenöffnung erstreckt.

Beginnende Abgrenzung der Pars coeca retinae; die retinale Irisanlage wie vorher durch ein pigmentiertes Gebiet des inneren Augenbecherblattes neben dem Pupillenrande markiert.

Stadium 6. Länge = 55 mm. Fig. 51.

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Der freie Kammerraum ist so gut wie vollständig verschwunden, indem die dicht vor der vorderen Linsenfläche liegende Pupillarmembran und die mesenchymale Iris dicht an das Hornhautendothel angedrückt liegen. Auf einem ganz unbedeutenden Gebiet in der Nähe des Pupillenrandes nach der einen Seite hin findet sich nahe dem Pupillenrande eine kleine Spalte zwischen dem Hornhautendothel und der Pupillarmembran. Der Pupillenrand ragt mehr centralwärts hinein als vorher, so dass die nunmehr ausgebildete retinale Irisanlage mit einem grösseren centralen Teil hinter einem entsprechenden peripheren Gebiet des Hornhautendothels (hiervon durch die mesenchymale Iris geschieden) liegt. Die Ciliarfortsätze angelegt.

Stadium 7. Länge = 61 mm. Fig. 52.

Querschnitt = 12 μ; Hämatoxylin-Eosin.

Die Kammer ist in diesem Stadium wieder vorhanden. Sie enthält ein von den Wänden zum grössten Teil abgelöstes Coagulum. Der Augenbecherrand ist weiter centralwärts vorgedrungen als im vorigen Stadium, so dass die Kammer nach der Peripherie hin sich vor der ganzen retinalen Irisanlage erstreckt.

Bei der Katze ragt demnach in einer Periode, in welcher die Linse abgeschnürt und teilweise von hervorgewachsenen

Linsenfasern ausgefüllt ist, das Mesenchymgewebe von der Umgebung der Pupillenöffnung her in centraler Richtung vor die lateralen Partien derselben und proximal in den Zwischenraum zwischen dem Augenbecherrande und der Linse vor (Stadium 1, Länge = 10 mm). Dieses Mesenchymgewebe ist bereits jetzt von der Linsenfläche durch einen Zwischenraum geschieden (und hat eine hintere Begrenzung, die ungefähr der Form der Linsenfläche entspricht). In dem Stadium 2 und 3 (Länge 13 und 10,9 mm) ist das Mesenchym hinter die centralen Partien des Hornhautepithels eingewachsen. Es wird nun nach vorn und nach den Seiten hin ein Raum vor der Linse abgegrenzt, der auf einem Gebiet um dieselbe herum mit der Augenbecherhöhle kommuniziert. Dieser Raum ist die vordere Kammer. Die Mesenchymzellen, die denselben begrenzen, sind zu einer Endothelschicht geordnet, dem Hornhautendothel, das sich ganz nach der Peripherie hin verliert. Vor dem Endothel findet sich die Stromazellschicht in ihrer ganzen Ausdehnung. Es scheint, als wenn bei der Katze das stromabildende Mesenchym gleichzeitig mit dem, welches das Endothel bildet, einwächst. Die Kammer entbehrt also in diesem Stadium einer hinteren mesenchymalen Begrenzung und hat eine kleinere Ausdehnung als die Pupillenöffnung.

Die Kammer erhält später eine vollständige hintere mesenchymale Begrenzung (Stadium 4, Länge = 20 mm). Das Mesenchym, das dieselbe bildet, wächst von der peripheren Umgebung der Kammer her ein und bildet mit dem Endothel den Kammerwinkel. Es hat einen peripheren, dickeren Teil, der die mesenchymale Iris ist. Centralwärts verschmälert diese sich zu einer dünnen, gefässführenden Schicht, der Pupillarmembran.

Die Kammer, die anfangs eine geringere Ausdehnung als die Pupillenöffnung (und im Stadium 4 ungefähr dieselbe Ausdehnung wie letztere) hatte, erhält später eine grössere Ausdehnung als die Pupillenöffnung dadurch, dass der Augen-

becherrand centralwärts vom Kammerwinkel eindringt. Im Stadium 5 (Länge = 25 mm) liegt er gleich centralwärts vom Kammerwinkel, in Stadium 7 (Länge = 61 mm) ist der Augenbecherrand so weit vorgedrungen, dass die mesenchymale Iris die ausgebildete retinale Irisanlage ihrer ganzen Ausdehnung nach bedeckt.

Gleichwie beim Menschen wird bei der Katze in einem späteren Stadium der Entwickelung der Kammerraum seichter und seichter bis zum schliesslichen Verschwinden (Stadium 6, Länge = 55 mm) (bereits im Stadium 5, Länge = 25 mm, beginnen die Wände des Kammerraumes sich aneinander zu legen), um dann wieder als freier Raum aufzutreten.

Auch bei der Katze besteht demnach das bei allen untersuchten niederen Tierarten (Frosch, Natter, Blindschleiche, Ente, Haubensteissfuss) und beim Menschen nachgewiesene Verhältnis, dass die Kammer ihre hintere mesenchymale Begrenzung erst erhält, nachdem die vordere ausgebildet worden ist, und zwar durch Einwachsen von Mesenchym von der peripheren Umgebung des Raumes her.

Gleichwie beim Menschen wird bei der Katze die hintere mesenchymale Begrenzung der Kammer durch die Entwickelung der Pupillenmembran vollständig. Hierin weisen also diese Säuger ein gemeinsames Verhältnis auf, das von dem bei den Vögeln, Reptilien und Amphibien abweicht, wo die hintere mesenchymale Begrenzung der Kammer partiell und auf das Gebiet der Kammer nach aussen von der Pupillenöffnung beschränkt bleibt.

Gleichwie beim Menschen hat ferner die Kammer bei der Katze, wenn die hintere mesenchymale Begrenzung noch fehlt, eine geringere Ausdehnung als die Pupillenöffnung. Erst nachdem das Mesenchym, das diese Begrenzung bildet, die mesenchymale Iris und die Pupillarmembran, eingewachsen ist, dringt bei der Katze gleichwie beim Menschen der Augenbecherrand

centralwärts vom Kammerwinkel ein, wodurch die Kammer eine Ausdehnung nach aussen von der Pupillenöffnung erhält. Mit anderen Worten, gleichwie beim Menschen geht auch bei der Katze das Einwachsen dieses Mesenchyms dem Eindringen des Augenbecherrandes, das dann stattfindet, voraus, durch welch letzteres die retinale Iris hinter die mesenchymale verlegt wird, und der Kammerraum nach aussen von der Pupillenöffnung ausgedehnt wird. Wie oben bezüglich des Menschen hervorgehoben wurde, bieten diese Verhältnisse Abweichungen teils von denjenigen, die wir bei den Vögeln und Reptilien, teils von anderen bei dem Amphibium beobachteten, dar.

Andererseits unterscheidet sich die Entwickelung bei der Katze in gewissen Hinsichten von derjenigen beim Menschen. Beim Menschen ist das Einwachsen des Mesenchyms vor die vordere Linsenfläche schon in einem Stadium, wo die Linsenblase noch mittels eines schmalen Stiels mit dem Ectoderm zusammenhängt, so weit vorgedrungen, dass das Mesenchym den Stiel umfasst (Stadium 6) und, wenn die Linse vollständig abgeschnürt worden ist, das Mesenchym den Zwischenraum zwischen derselben und dem Ectoderm ausfüllt. Das eingewachsene Mesenchym nimmt hiernach den Charakter einer einfachen Zellschicht, des Hornhautendothels an, vor dessen centrale Partien das Hornhautstroma später einwächst, und die Kammer tritt als ein Raum zwischen dem Endothel und der Linsenfläche auf. Bei der Katze dagegen fehlt noch in einem Stadium, wo die Linse vollständig abgeschnürt und zum grossen Teil von hervorgewachsenen Linsenfasern ausgefüllt ist, Mesenchym über einem centralen Gebiet der vorderen Linsenfläche (Stadium 1). Das Mesenchym lässt während seines Einwachsens einen Zwischenraum zwischen sich und der Linsenfläche. Ist es vollständig eingewachsen, so besteht es aus dem Endothel und einer ihrer ganzen Ausdehnung nach vollständigen Stromazellenschicht. Der Raum, der durch das Einwachsen abgegrenzt worden ist, ist die vordere Kammer.

Kaninchen.

In dem jüngsten der abgebildeten Stadien, einem Embryo von 17 mm Länge, Fig. 53, ist kein Kammerraum wahrzunehmen. Die Zellen des Hornhautendothels sind dicht vor einer der Linsenfläche anliegenden gefässführenden Mesenchymschicht zu unterscheiden. Diese dringt von dem Mesenchym über der Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung her zwischen das Hornhautendothel und die Linsenfläche ein und verschmälert sich centralwärts zu einer dünnen Schicht vor derselben, die hier und da kleine, mit Blut gefüllte Gefässe enthält, der Pupillenmembran. Bei Untersuchung einer fortlaufenden Serie jüngerer Embryonen habe ich auch hier das Vorhandensein eines freien Kammerraumes nicht konstatieren können. Bei einem Embryo von 10 mm Länge und einem solchen von 11,2 mm hat die oben erwähnte hinter dem Hornhautendothel liegende Mesenchymschicht gefehlt. In diesen jüngeren Stadien habe ich allerdings im fixierten Material einen Raum zwischen der vorderen Linsenfläche und dem davorliegenden Mesenchym angetroffen. Dieser Raum ist indessen deutlich artefakt. Er hatte keinen Inhalt, und von dem Mesenchym abgerissene kleine Zellanhäufungen lagen der Linsenfläche an.

Die erste Spur eines freien Kammerraumes habe ich bei einem Embryo von 27 mm Länge, Fig. 54, als eine schmale Spalte zwischen einem peripheren Gebiet des Hornhautendothels und dem dahinterliegenden Mesenchym gefunden. Die Irisanlage ist hier entwickelt und der Pupillenrand reicht bis etwas centralwärts von der Peripherie dieses Raumes. Bei einem fast ausgetragenen Embryo, Fig. 55, haben sich die Wände des Kammerraumes voneinander getrennt, so dass hier endlich ein freier Kammerraum vorhanden ist. Die Ciliarfortsätze sind hier angelegt. Der Augenbecherrand ist central-



Fig. 50.



Fig. 51.



Fig. 52.



Fig. 53.



Fig. 54.

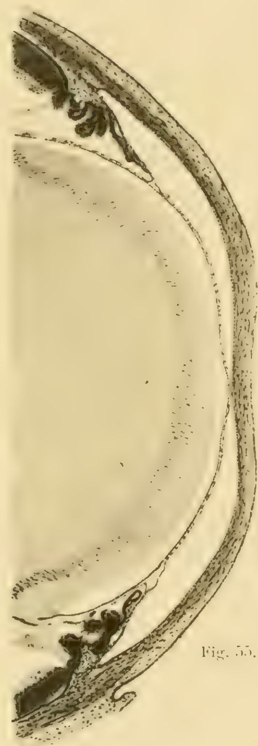


Fig. 55.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

Fig. 60. Fig. 61. Fig. 62.

Fig. 59.



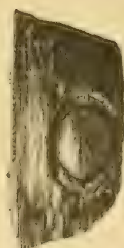


Fig. 56.



Fig. 57.



Fig. 64.



Fig. 63.



Fig. 65.



Fig. 58.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

wärts eingedrungen, so dass die Kammer sich peripher vor der Iris und einem grösseren centralen Teil des Corpus ciliare erstreckt. Die Pupillarmembran geht von der Spitze der mesenchymalen Iris aus.

Die Untersuchung des Kaninchens lässt demnach unschwer erkennen, dass von der vorderen und der hinteren mesenchymalen Wand des Kammerraumes die letztere nach der ersteren auf dieselbe Weise ausgebildet wird, wie wir es vorher für Mensch und Katze gefunden haben, dass aber beim Kaninchen die Wände der Kammer schon von Anfang der Entwickelung an während einer langen Periode einander anliegen und erst gegen Ende der Entwickelung hin sich voneinander zu trennen beginnen, so dass erst dann ein freier Kammerraum auftritt, der zunächst die Form einer peripheren Spalte aufweist (Fig. 54). In Ermangelung des Lichtes, das die Untersuchung anderer Tiertypen mit in den früheren Stadien offenstehendem Kammerraum auf die Entwickelung wirft, sind die Verhältnisse bei solchen Säugern wie dem Kaninchen (und ich habe entsprechende Verhältnisse auch bei anderen, wie Schwein, Ratte, Maus, gefunden) geeignet, die Vorstellung von einer Kammerbildung durch Spaltenbildung zu erwecken. In Wirklichkeit ist der Prozess jedoch beim Kaninchen prinzipiell derselbe wie bei der Katze und dem Menschen, nur dass die Periode der Entwickelung, während welcher die Kammerwände aneinander liegen, beim Kaninchen verhältnismässig weit länger dauert und auch das Entwickelungsstadium umfasst, während dessen die Herausdifferenzierung der Kammerwände stattfindet.

Zusammenfassung.

Die bisher, wie es scheinen will, weitest verbreitete Auffassung, dass die Kammer durch eine Spaltenbildung in dem Mesenchym vor der Linse entsteht, habe ich bei Untersuchung eines grossen Materials von verschiedenen Tierklassen und vom Menschen stets unhaltbar gefunden. Die Einzelheiten des Verlaufs der Kammerbildung lassen sich der Hauptsache nach folgendermassen zusammenfassen.

Der Kammerraum ist nicht ein sekundär entstandener Spaltenraum, sondern der primär existierende Zwischenraum zwischen der Linse und dem Oberflächenectoderm, dem künftigen Hornhautepithel. Dessen spätere Entwickelungsgeschichte ist im wesentlichen die Darstellung davon, wie dieser Raum im Laufe der Entwickelung von Mesenchym austapeziert wird.

Bei sämtlichen von mir genauer untersuchten niederen und höheren Wirbeltieren und beim Menschen entwickelt sich zuerst eine vollständige vordere mesenchymale Begrenzung der Kammer, das Hornhautendothel. Erst später entwickelt sich eine hintere mesenchymale Begrenzung. Letztere wird beim Amphibium (Frosch), den Reptilien (Blindschleiche, Natter) und den Vögeln durch die mesenchymale Iris (und ihre nächste periphere Fortsetzung, das Mesenchym des angrenzenden Teiles des Corpus ciliare) gebildet und bleibt hier, wo eine Pupillenmembran fehlt, partiell. Auch bei dem Selachier Torpedo ocellata, bei welchem die Untersuchung nur die frühere Periode der Entwickelung der Kammer umfasst hat, wird währenddessen eine vollständige vordere mesenchymale Begrenzung der Kammer ausgebildet, die in einem Stadium, wo sie eine derartige vordere Begrenzung aufweist, noch einer hinteren mesenchymalen entbehrt. Beim Menschen und bei den Säugern besteht diese Begrenzung ausserdem aus der Pupillarmembran und wird hier, nach der Ausbildung der letzteren, vollständig.

Was die vordere, zunächst aus dem Hornhautendothel bestehende Begrenzung der Kammer betrifft, so wird sie von Mesenchym gebildet, das hinter dem Ectoderm einwächst. Das Einwachsen und die erste Differenzierung des Mesenchyms zeigt in den Einzelheiten bei verschiedenen Tiertypen verschiedene Sonderzüge.

Bei den niederen Vertebraten geschieht das Mesenchymeinwachsen relativ spät. Bei dem Selachier, den Reptilien und den Vögeln existiert die Kammer in einem früheren Stadium nach der Abschnürung der Linse als ein von Anfang an offener primärer Raum zwischen dem Ectoderm und der Linse gleichzeitig mit einem Gebiet der Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung (der vorderen Öffnung des Augenbechers), welcher Raum peripher von dem Mesenchym umschlossen wird. Diese primäre Kammer, die bei dem Selachier verhältnismässig lange als solche bestehen bleibt, erhält während der folgenden Entwickelung durch Einwachsen des Mesenchyms bis zum Pupillenrande eine Ausdehnung, die der der Pupillenöffnung entspricht, worauf deren vordere Wand von hinter dem Ectoderm einwachsendem Mesenchym austapeziert wird. Bei den Reptilien und den Vögeln geschieht das Einwachsen des Mesenchyms, das die vordere Begrenzung der Kammer bildet, gleichsam in zwei Perioden, zuerst in Form einer einfachen Zellenschicht, des Hornhautendothels, vor das sich später eine dickere Mesenchymschicht, die Stromazellenschicht der Hornhaut, einschiebt.

Auch beim Amphibium findet sich in einem frühen Stadium nach der Abschnürung der Linse ein von Mesenchymgewebe freier Raum hinter dem Ectoderm über den centralen Partien des Augenbechers, nach welchem hin Mesenchymgewebe peripher vordringt. Er wird später zum grossen Teil, in seinen vorderen Partien, von dem hier einwachsenden lockeren Mesenchym ausgefüllt, das jedoch einen freien Raum, die Kammer,

direkt vor der Linse und einem Gebiet der Augenbecherwand in der Umgebung der Pupillenöffnung (der vorderen Öffnung des Augenbechers) übrig lässt. Diese Kammer ist anfangs nicht scharf nach vorn hin abgegrenzt. Sie erhält jedoch bald eine solche Begrenzung dadurch, dass die Mesenchymzellen sekundär sich zu einer dünnen Zellenschicht, dem Hornhautendothel, ordnen. Die Kammer hat demnach beim Amphibium, und wenn die vordere mesenchymale Begrenzung fertiggebildet ist, eine grössere Ausdehnung als die Pupillenöffnung und wird nach hinten zu innerhalb des Gebietes nach aussen von der Pupillenöffnung von der Augenbecherwand in deren Umgebung begrenzt.

Beim Menschen wächst das Mesenchym früher als bei den niederen Vertebraten ein und füllt, wenn die Linse abgeschnürt ist, zunächst den Zwischenraum zwischen derselben und dem Ectoderm aus. Das vor die Linse eingewachsene Mesenchym ordnet sich später zu einer einfachen Zellenschicht, dem Hornhautendothel, vor welches danach die Stromazellenschicht der Hornhaut eindringt. Die Kammer stellt sich dann als ein freier Raum zwischen dem Hornhautendothel und der Linsenfläche dar, der, da das Mesenchym über den lateralen Partien der Pupillenöffnung (der vorderen Öffnung des Augenbechers) gleich centralwärts vom Augenbecherrande zwischen dieselbe und den Kammerraum einwächst, eine geringere Ausdehnung als die Pupillenöffnung hat.

Bei der Katze ist das Mesenchym in einem früheren Stadium nach der Abschnürung der Linse teilweise hinter dem Ectoderm eingewachsen, fehlt aber noch central und ist durch einen Zwischenraum von der Linsenfläche geschieden. Es wächst dann vollständig ein und grenzt nach vorn hin vor der Linse den Kammerraum ab. Die vordere Begrenzung dieses letzteren besteht nun aus dem differenzierten Hornhautendothel, vor welchem die Stromazellenschicht der Hornhaut

der ganzen Ausdehnung nach vorhanden ist. Gleichwie beim Menschen dringt das Mesenchym über den lateralen Partien der Pupillenöffnung (der vorderen Öffnung des Augenbechers) centralwärts vom Augenbecherrande zwischen dieselbe und den Kammerraum ein, so dass die Kammer beim Säugetier wie beim Menschen zunächst eine geringere Ausdehnung als die Pupillenöffnung hat.

Nachdem die Kammer solchermassen ihre vordere mesenchymale Begrenzung erhalten hat, wächst Mesenchym von der peripheren Umgebung des Kammerraumes her ein und bildet die hintere mesenchymale Begrenzung. Dieses erst nach der Ausbildung der vorderen Begrenzung der Kammer einwachsende Mesenchym ist die mesenchymale Iris (mit ihrer nächsten Fortsetzung peripher über einem centralen, innerhalb des Gebietes der Kammer liegenden Teil des Corpus ciliare), resp. die beim Menschen und den Säugern vorhandene, bei den niederen Vertebraten fehlende Pupillenmembran.

Beim Amphibium, wo die Kammer vor der Entwickelung der hinteren mesenchymalen Begrenzung eine grössere Ausdehnung als die Pupillenöffnung (die vordere Öffnung des Augenbechers) hatte, schreitet das eben genannte Mesenchymeinwachsen längs der Augenbecherwand bis zum Pupillenrande fort.

Bei den Vögeln und Reptilien (Natter), wo die Kammer vor der Entwickelung der hinteren mesenchymalen Begrenzung dieselbe Ausdehnung wie die Pupillenöffnung (die vordere Öffnung des Augenbechers) hatte, und beim Menschen und bei der Katze, wo sie eine geringere Ausdehnung als diese hatte, dringt der Augenbecherrand später centralwärts ein, wodurch die Kammer eine Ausdehnung nach aussen von der Pupillenöffnung (der vorderen Öffnung des Augenbechers) erhält. Bei den Vögeln und Reptilien begleitet das Mesenchym, das die hintere, hier partielle mesenchymale Begrenzung bildet, das Eindringen des

Augenbecherrandes. Beim Menschen und bei der Katze geht das Einwachsen des Mesenchyms, das hier durch die Entwickelung der Pupillarmembran eine vollständige hintere Begrenzung der Kammer bildet, dem Eindringen des Augenbecherrandes voraus. Erst wenn diese hintere Begrenzung vollständig geworden ist, dringt der Augenbecherrand centralwärts ein, wodurch die retinale Iris (und ein centraler Teil des retinalen Corpus ciliare) hinter einen peripheren Teil des eingewachsenen Mesenchyms (die mesenchymale Iris und das Mesenchym des innerhalb des Gebietes der Kammer liegenden Teiles des Corpus ciliare) zu liegen kommt.

Beim Menschen und bei der Katze legen sich die vordere und die hintere Wand der Kammer in einem späteren Stadium der Entwickelung aneinander, so dass der Kammerraum in einer gewissen Periode der Entwickelung aufgehoben oder so gut wie aufgehoben ist.

Beim Kaninchen und mehreren anderen Säugern liegen die Wände des Kammerraumes schon von Anfang der Entwickelung an einander an, zuerst die Linsenfläche an der vorderen mesenchymalen Wand, und wenn die hintere mesenchymale fertiggebildet worden, diese an der vorderen, um erst gegen Ende der Entwickelung sich voneinander zu trennen. Bei diesem Säugetiertypus tirtt demnach ein freier Kammerraum erst gegen das Ende der Entwickelung hin auf.

Literaturverzeichnis.

1. Koelliker, A., Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere. Leipzig 1879.
2. Ayres, W. C., Beiträge zur Entwickelung der Hornhaut und der vorderen Kammer. Arch. f. Augenh. Bd. 8. 1879.
3. Angelucci, A., Über Entwickelung und Bau des vorderen Uvealtractus des Vertebraten. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 19. 1881.
4. Gabriélidès, J., Recherches sur l'embryologie et l'anatomie comparée de l'angle de la chambre antérieure chez le poulet et chez l'homme etc. Thèse pour le doct. en méd. Paris. Steinheil. 1895.
5. Jeannulatos, G., Recherches embryologiques sur le mode de formation de la chambre antérieure chez les mammifères et chez l'homme etc. Thèse pour le doct. en méd. Paris. Steinheil 1896.
6. De Waele, H., Recherches sur l'anatomie comparée de l'oeil des vertébrés. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. Bd. 19. 1902.
7. Wolfrum, M., Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Cornea der Säuger. Anat. Hefte. Bd. 22. 1903.
8. Seefelder und Wolfrum, Zur Entwickelung der vorderen Kammer und des Kammerwinkels beim Menschen, nebst Bemerkungen über ihre Entstehung bei Tieren. Arch. f. Ophthalm. Bd. 63. 1906.
9. Rochon-Duvigneaud, A., Recherches sur l'angle de la chambre antérieure et le canal de Schlemm. Thèse pour le doct. en méd. Paris. Steinheil. 1892.
10. Brückner, A, Über Persistenz von Resten der Tunica vasculosa lentis. Habilitationsschr. Wiesbaden. J. F. Bergmann. 1906.
11. Cosmettatos, C. F., Recherches sur le développement de l'iris et la formation de la chambre antérieure chez l'homme. Arch. d'ophth. 1911.
12. Kessler, L., Zur Entwickelung des Auges der Wirbeltiere. Leipzig 1877.
13. Knape, E. V., Über die Entwickelung der Hornhaut des Hühnchens. Anat. Anz. Bd. 34. 1909.
14. Hertwig, O., Lehrbuch d. Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere. Jena 1898.
15. Broman, I., Normale und abnorme Entwickelung des Menschen. Wiesbaden 1911.
16. Keibel, F. u. Mall, F. P., Handbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen. Bd. 2. Leipzig 1911.

Figurenerklärung.

A. Abbildungen von Schnitten (Photographien von Originalzeichnungen).

Figg. 1—55.

Sämtliche Embryonen quergeschnitten. Die abgebildeten Schnitte entsprechen alle den zentralen Partien der Pupillenöffnung (beim Stadium 1, Mensch, Fig. 31, mit primärer Augenblase, stammt der abgebildete Schnitt aus den zentralen Partien der Augenblase).

Ente. Figg. 1—7.

Fig. 1.	Stadium 1.	Länge des Embryos	7,5 mm	Hämatoxylin-Eosin. Schnittdicke 12 μ. Vergrösserung 65 mal.
„ 2.	„ 2.	„ „ „	9,7 „	
„ 3.	„ 3.	„ „ „	10,2 „	
„ 4.	„ 4.	„ „ „	13 „	
„ 5.	„ 5.	„ „ „	16,5 „	Hämatoxylin-Eosin. Schnittdicke 12 μ. Vergrösserung 44 mal.
„ 6.	„ 6.	„ „ „	20 „	
„ 7.	„ 7.	„ „ „	34 „	

Haubensteissfuss. Figg. 8—14.

Fig. 8.	Stadium 1.	Länge des Embryos	7,5 mm	Hämatoxylin-Eosin. Schnittdicke 12 μ. Vergrösserung 44 mal.
„ 9.	„ 2.	„ „ „	7,3 „	
„ 10.	„ 3.	„ „ „	8,5 „	
„ 11.	„ 4.	„ „ „	12,1 „	
„ 12.	„ 5.	„ „ „	15 „	
„ 13.	„ 6.	„ „ „	17 „	
„ 14.	„ 7.	„ „ „	23 „	

Natter. Figg. 15—19.

Fig. 15.	Stadium 1.	Länge des Embryos	3,3 mm	Hämatoxylin-Eosin. Schnittdicke 12 μ. Vergrösserung 65 mal.
„ 16.	„ 2.	„ „ „	4,6 „	
„ 17.	„ 3.	„ „ „	6,2 „	
„ 18.	„ 4.	„ „ „	8 „	
„ 19.	„ 5.	„ „ „	12 „	

Blindschleiche. Figg. 20—22.

Fig. 20.	Stadium 1.	Länge des Embryos	4,4 mm	Hämatoxylin-Eosin. Schnittdicke 12 μ. Vergrösserung 65 mal.
„ 21.	„ 2.	„ „ „	6,5 „	
„ 22.	„ 3.	„ „ „	8,2 „	

Frosch. Figg. 23—27.

Fig. 23.	Stadium 1.	Länge des Embryos	6,5 mm	Alaun-Karmin. Schnittdicke 12 μ. Vergrösserung 65 mal.
„ 24.	„ 2.	„ „ „	8 „	
„ 25.	„ 3.	„ „ „	8,5 „	
„ 26.	„ 4.	„ „ „	12 „	Pikro-Karm.-Form.-Eisessig. Hämatoxylin-Eosin. Vergr. u. Schnittd. wie Fig. 23–25.
„ 27.	„ 5.	„ „ „	14,5 „	

Torpedo ocellata. Figg. 28—30.

Fig. 28.	Stadium 1.	Länge des Embryos	17 mm	Zenkers Flüssigkeit. Hämatoxylin-Eosin. Schnittdicke 12 μ. Vergrösserung 65 mal.
„ 29.	„ 2.	„ „ „	23 „	
„ 30.	„ 3.	„ „ „	45 „	

Mensch. Figg. 31—45.

Fig. 31.	Stadium 1.	Länge des Embryos	3,4 mm	Hämatox.-Eosin	Schnittdicke 12 μ Vergrösserung 65 mal.
„ 32.	„ 2.	„ „ „	5 „		
„ 33.	„ 3.	„ „ „	6,1 „		
„ 34.	„ 4.	„ „ „	7,7 „		
„ 35.	„ 5.	„ „ „	7,2 „	Spiritus. Hämat.-Eosin	
„ 36.	„ 6.	„ „ „	10,3 „	Form.-Spiritus. Hämatox.-Eosin	
„ 37.	„ 7.	„ „ „	16 „	Hämatox.-Eosin	
„ 38.	„ 8.	„ „ „	17,1 „		
„ 39.	„ 9.	„ „ „	22,7 „		
„ 40.	„ 10.	„ „ „	21 „		
„ 41.	„ 11.	„ „ „	21,1 „		
„ 42.	„ 12.	„ „ „	31 „		
„ 43.	„ 13.	„ „ „	35 „		
„ 44.	„ 14.	„ „ „	51 „		
„ 45.	„ 15.	„ „ „	52 „		

Katze. Figg. 46—52.

Fig. 46.	Stadium 1.	Länge des Embryos	10 mm	Vergr. 65 mal.	Hämatoxylin-Eosin. Schnittdicke 12 μ.
„ 47.	„ 2.	„ „ „	13 „	„ 65 „	
„ 48.	„ 3.	„ „ „	10,9 „	„ 65 „	
„ 49.	„ 4.	„ „ „	20 „	„ 65 „	
„ 50.	„ 5.	„ „ „	25 „	„ 44 „	
„ 51.	„ 6.	„ „ „	55 „	„ 32,5 „	
„ 52.	„ 7.	„ „ „	61 „	„ 32,5 „	

Kaninchen. Fig. 53—55.

Fig. 53. Länge des Embryos 17 mm.	Hämatox. Eosin	Querschn. 12 μ.	Vergr. 65 mal.
„ 54. „ „ „ 27,5 „			„ 65 „
„ 55. Fast ausgetragenes Embryo.			„ 32,5 „

B. Abbildungen von Rekonstruktionsmodellen.

(Photographien in 1/2 natürlicher Grösse.)

Figg. 56—65.

Fig. 56. Haubensteissfuss. Länge des Embryos 7,5 mm (Stadium 1). Rekonstruktion des Augenbechers mit umgebendem Mesenchym und Linse. Angewandte Vergrösserung 65 mal.

Fig. 57. Ente. Länge des Embryos 16,5 mm (Stadium 5). Rekonstruktion der vorderen Partien des Augenbechers mit der Linse. Vergrösserung bei der Rekonstruktion 65 mal.

Fig. 58. Ente. Dasselbe Embryo wie in Fig. 57. Das die vorderen Partien des Augenbechers umgebende Mesenchym. Angewandte Vergrösserung 65 mal.

Figg. 59, 60, 61, 62. Haubensteissfuss. Länge des Embryos bzw. 7.5 mm (Stadium 1). 12,8, 14,5 und 17 mm (Stadium 6). Rekonstruktionen des Mesenchyms über den vorderen Partien des Augenbechers. Angewandte Vergrösserung 65 mal.

Fig. 63. Haubensteissfuss. Länge des Embryos 14,5 mm. Rekonstruktion der vorderen Partien des Augenbechers und der Linse. Angewandte Vergrösserung 65 mal. (Rekonstruktionen des Mesenchyms über den vorderen Partien des Augenbechers bei demselben Embryo siehe Fig. 61).

Fig. 64. Haubensteissfuss. Länge des Embryos 23 mm (Stadium 7). Rekonstruktion der vorderen Partien des Augenbechers und der Linse. Angewandte Vergrösserung 40,5 mal.

Fig. 65. Mensch. Länge des Embryos 10,3 mm (Stadium 7). Rekonstruktion des Mesenchyms über den vorderen Partien des Augenbechers und des Mesenchyms in der Augenbecherhöhle. Angewandte Vergrösserung 125 mal.

Aus dem anatomischen Institut der Universität in Upsala.

BEOBACHTUNGEN AN THYMUSKULTUREN IN VITRO.

VON

ANDERS L. WASSÉN,
UPSALA.

Mit 15 Figuren auf den Tafeln 23/27.

Ein neues wertvolles Hilfsmittel, das bisher nur in geringem Masse für noch schwebende, histologische Fragen in Anspruch genommen worden ist, bildet die von Harrison angegebene, dann von Carrel, Burrows u. a. weiter ausgearbeitete Methode der Kultur von Geweben ausserhalb des Organismus, „in vitro". Zwar darf man nie ausser acht lassen, dass sich die wachsenden Zellen in derartigen Kulturen unter Verhältnissen befinden, welche in mehr als einer Beziehung von dem natürlichen Zustande abweichen. Anderseits aber bietet das Studium der wachsenden Zellen doch trotz derartiger Abweichungen im Milieu reiche Gelegenheit, über den feineren Bau, Wuchs, sowie über funktionelle Eigenschaften dieser Zellen Aufklärungen zu erhalten, die sonst überhaupt nicht oder nur auf Umwegen zu erlangen sind. Von besonderer Bedeutung erscheint mir die Methode als Kontrolle über Beobachtungen und Vorstellungen, die an dem fixierten Material gewonnen worden sind. Konstatiert man dieselben Erscheinungen bei den Zellen der lebenden Kultur, die man aus dem Verhalten der fixierten Gewebselemente herauslesen zu können vermeinte, so muss einem derartigen auf zwei verschiedenen Wegen gewonnenen, übereinstimmenden Resultat ein besonderer Wert zuerkannt werden.

Zu der Zeit, als ich auf Aufforderung des Herrn Professor Hammar im hiesigen anatomischen Institut vorliegende Untersuchung begann, lag, soweit mir bekannt war, kein Versuch in der Literatur vor, durch Anwendung dieser noch recht neuen

Methode das Verhalten der Thymusdrüse zu erforschen. Seitdem sind zwei Untersuchungen dieser Art veröffentlicht worden, die eine von Dustin und Baillez (1913: 1 u. 2), die andere von Pappenheimer (1913).

Dustin und Baillez haben mit dem Thymus von Rana fusca und Bufo vulgaris gearbeitet. Ihr Versuch dürfte jedoch kaum als eine Kultur in vitro, sondern eher als eine Modifikation von Dustins voraufgegangenen Transplantationsversuchen bezeichnet werden. Eine untergeordnete Bedeutung scheinen diese Autoren indessen dem grössten Verdienst der Kultur in vitro bei histologischen Arbeiten beigemessen zu haben, nämlich der Möglichkeit, das lebende Material direkt zu beobachten; denn sie haben bei ihren Versuchen das Organ nicht zerlegt, sondern den Thymus in toto kultiviert. Infolgedessen haben sie auch nicht eine aktive Auswanderung der Zellen von den Geweben in das Kulturmedium beobachten können; dieses Herauswachsen charakterisiert, gerade wie Carrel und Burrows mit Recht betonen, die Kulturen in vitro zum Unterschied von Versuchen mit überlebenden Organen. Dustin und Baillez glauben nichtsdestoweniger die Möglichkeit nachgewiesen zu haben, den Thymus von erwachsenen Amphibien zu kultivieren.

Pappenheimer dagegen hat Fragmente des Thymus vom Frosch und von der Ratte kultiviert und ein reichliches Wachstum der Zellen erhalten. Mit seinen Beobachtungen stimmen die meinen nun zum grössten Teil überein. In nachstehender Darstellung werde ich des öfteren Veranlassung haben, auf seine Resultate zurückzukommen.

Eigene Untersuchungen.

Technik.

Bei meinen Kulturen habe ich vorzugsweise Material vom Frosch (Rana temporaria) verwandt und zwar aus dem Grund, weil dieses Material leicht zu beschaffen ist, und weil die Technik ungemein leichter ist als bei der Gewebekultur warmblütiger Tiere. Die Präparate brauchen weder bei der Aufbewahrung noch bei der Beobachtung in einer bestimmten Temperatur gehalten werden. Ausserdem sind bei dem Frosch die leicht erreichbaren Lymphsäcke insofern vorteilhaft, als man daraus ohne weitläufige Vorbereitungen ein verwendbares Kulturmedium erhält. Aus ein paar an dem Thymus von Kaninchen in Blutplasma vom selben Tier vorgenommenen Serien von Voruntersuchungen habe ich in einzelnen Fällen ein Wachstum erzielt, das sich im allgemeinen den bei dem Frosch beobachteten Wachstumsphänomenen anschloss. In nachstehender Darstellung werden indessen hauptsächlich die am Frosch gewonnenen Erfahrungen geschildert werden.

Das von mir angewandte Verfahren lehnt sich der von Harrison ursprünglich verwendeten Technik, der Explantation der Gewebsfragmente in einem hängenden Lymphtropfen, nahe an. In einigen Fällen ist Carrels Methode, die Kultur zu regenerieren, dadurch dass man die gezüchteten Gewebe in Ringerscher Lösung wusch und sie dann in ein neues Medium einschloss, mit Erfolg angewandt worden.

Nur ausnahmsweise ist der Thymus für die Kultur so grossen Tieren entnommen, dass vom selben Individuum auch hinreichend Lymphe erhalten werden konnte. Meistens habe ich das Kulturobjekt sowie das Kulturmedium verschiedenen Individuen entnommen. Einen auffallenden Unterschied im

Wachstum bei Anwendung eines oder des andern Verfahrens habe ich nicht bemerken können, soweit das Tier, dem die Lymphe entnommen wurde, nicht zu alt war. Wurde die Lymphe von sehr grossen Tieren angewandt, so schien sich indessen eine Hemmung im Wachstum bemerkbar zu machen. Ähnliche Erfahrungen haben auch andere Untersucher sowohl an kaltblütigem als an warmblütigem Material gemacht. Betreffs des Thymus vom Frosch führt Pappenheimer jedoch eine hiervon abweichende Erfahrung an. Einige seiner besten Kulturen fanden gerade im Plasma von sehr grossen Fröschen statt. Die Tiere, denen die Lymphe entnommen wurde, wurden entweder durch Äthernarkose oder durch Ausbohren des Gehirns und des Rückenmarks getötet. Letzteres Verfahren hat den Vorteil, dass dem Blut oder der Lymphe auf diese Weise kein narkotisierender, differenter Stoff zugeführt wird, gleichzeitig aber wird der Rückenlymphsack, der meistens ergiebigste, geöffnet, und sein Inhalt vermischt sich in der Regel mit Blut. Auch in den Seitensäcken machen sich in derartigen Fällen gleiche Übelstände bemerkbar. Eine greifbar schädliche Einwirkung der Narkotisierung auf das Wachstum habe ich dagegen nicht beobachten können. Nachdem der Frosch getötet war bzw. während der Narkose wurde er eine Weile in senkrechter Stellung aufgehängt. Die Lymphe sammelte sich dann in den unteren Teilen der Säcke und wurde hiervon in sterilen paraffinierten Pipetten aufgenommen. Die Säcke wurden an ihrem oberen Teil mittels eines breiten quer durch die Haut laufenden Schnittes geöffnet. Der untere Rand der Wunde wurde mit einer sterilen Pinzette herabgezogen. In die so gebildete dreieckige Öffnung wurde die Pipette eingeführt, wobei eine Berührung der Wundränder vermieden wurde. Auf diese Weise habe ich sterile Lymphe erhalten können, ohne besondere Vorsichtsmassregeln gegen Infektion von der Einschnittsstelle aus treffen zu brauchen.



Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden
Lith. Anst. v. A. Wiesner, Jena

Der für die Kultur verwendete Thymus ist im allgemeinen jungen Tieren entnommen worden. Ich habe für diesen Zweck teils kleine, ausgebildete Frösche, teils Froschlarven angewandt.

Bei den ausgebildeten Fröschen liegt der Thymus am hinteren Rande des M. mylohyoideus, medial vom Kiefergelenk. In der Furche, die nach Entfernen der Haut zwischen dem Unterkiefer und dem Zungenbeinapparate hervortritt, wird am Kiefergelenk je nach dem Nahrungszustand des Tieres ein weisslicher oder graugelatinöser runder Körper angetroffen, der an einem Gefässstiel festsitzt, im übrigen aber von lockerem Bindegewebe umgeben ist. Das ist der Thymus. Bei gut ernährten Tieren ist dieser stecknadelkopfgross oder auch grösser und verhältnismässig dick. Bei weit vorgeschrittener Involution ist er dünn und von so geringem Umfang, dass man ihn oft nur mit Schwierigkeit finden kann. Selbstredend muss man bei der Entfernung des Thymus für die Kultur in vitro eine möglichst genaue Asepsis beobachten. Ich habe bei meiner Arbeit die Haut durch Brennen mit einem heissen Spatel sterilisiert und dann mit sterilen Instrumenten weitergearbeitet. Das Tier ist vorher durch Ausbohren des Gehirns und des Rückenmarks getötet worden.

Bei den Froschlarven findet man den Thymus zwischen der Knorpelkapsel des inneren Ohres und dem Kiemenapparat. Er ist beträchtlich kleiner, sonst aber in Form und Aussehen dem des ausgebildeten Frosches gleich. Das Herauspräparieren ist bei den etwas älteren Larven am leichtesten und geschieht folgendermassen. Mit zwei Schnitten isoliert man an dem in Ätherwasser narkotisierten Tier eine gleich hinter dem Auge liegende keilförmige Partie. Man fährt mit der Dissektion unter dem Präpariermikroskop fort und findet dann in dem isolierten Stück die leicht erkennbare Knorpelkapsel, sowie unmittelbar ventrocaudal von dieser einen kleinen runden, weisslichen Körper, der der Thymus ist. Die Verwendung der Organe von

Froschlarven ist für das Wachstum günstig, erschwert aber die Sterilisierung des Präparates. Durch wiederholtes Spülen des Embryos in sterilem Wasser, sowie durch Waschen des exstirpierten Thymus in steriler, isotonischer Flüssigkeit ist es mir unter Beobachtung aseptischer Vorsichtsmassregeln im übrigen gelungen, praktisch genommen, bakterienfreie Präparate zu erzielen. Viele Kulturen haben bei längerer Aufbewahrung keine Spur von Infektion gezeigt; andere dagegen sind durch Bakterien zerstört worden, jedoch erst so spät, dass die Präparate für Beobachtungen noch verwendet werden konnten; wieder andere sind allerdings von Anfang an mit Bakterien überschwemmt und getötet worden [1]).

Unmittelbar nach der Exstirpation ist der, gleichviel ob dem ausgebildeten Frosch oder der Froschlarve entnommene Thymus in eine Schale mit steriler, isotonischer oder schwach hypertonischer Kochsalzlösung oder in Ringersche Lösung gelegt, worin er unter dem Präpariermikroskop in kleinere Stücke zerteilt wurde. Isotonische Kochsalzlösung ist jedoch gewissermassen eine differente Flüssigkeit, was auch Carrel und Burrows (1911, 3) betonen, deshalb muss die Isolierung schnell vor sich gehen, wenn das Gewebe am Leben erhalten bleiben soll. Die Ringersche Lösung ist ein viel unschädlicheres Medium und von grossem Wert, wenn man von ein und demselben Organ eine grössere Anzahl Kulturen anlegen will, weil man in diesem Fall hoffen darf, auch bei den zuletzt angefertigten Präparaten ein Wachstum erzielen zu können. Eine gewisse Schwierigkeit, die Ringersche Lösung steril

[1]) Dustin und Baillez berichten, dass in infizierten Präparaten eine sehr schnelle Histolyse, schneller als eine aseptische postmortale Autolyse vor sich gehe. Sie sprechen von einem Verschwinden der Gewebe innerhalb 24—26 Stunden. Eine derartig schnelle Cytolyse habe ich nicht beobachten können. Oft sind noch Gewebe, die 14 Tage lang aufbewahrt wurden, trotz zahlreicher Bakterien, freilich etwas alteriert, aber doch mit deutlicher Charakteristik, vorgefunden worden.

zu erhalten, hat sich jedoch herausgestellt. Beim Kochen oder Erhitzen im Autoclave zerteilt sich das Natriumbikarbonat, wobei Kohlensäure freigemacht wird, und diese fällt das Kalciumsalz. Auch die Methode, die Salzmischung trocken zu sterilisieren, ergibt eine Zerteilung des Natriumbikarbonats in Natriumkarbonat und Kohlensäure. Um die Lösung möglichst steril zu erhalten, habe ich folgendes Verfahren angewandt. Der wärmefeste Komponent der Lösung ist durch Kochen für sich sterilisiert worden. Nach Abkühlung wurde eine bestimmte Menge einer in sterilem Wasser zubereiteten konzentrierten Lösung von Bikarbonat oder von dem trockenen Salz hinzugefügt. In letzterem Fall habe ich das Salz oft vorher einige Zeit mit Schwefeläther behandelt, der vor der Vermischung gänzlich verdunstet wurde. Das Ergebnis war befriedigend.

Beim Zerschneiden des Thymus ist es wichtig, scharfe Instrumente anzuwenden, so dass die mechanische Läsion auf das möglichste beschränkt wird. Oft genug dürfte ein ausgebliebenes Wachstum gerade in zu starkem Zerreissen beim Zerschneiden zu suchen sein. Aus demselben Grund dürfte es auch verfehlt sein, die zu explantierenden Gewebsstücke so klein wie möglich herzurichten. Bei jedem Einschnitt quillt eine Menge frei gemachter Zellen, meist Lymphocyten, hervor, ein Kennzeichen, dass man es mit dem richtigen Organ zu tun hat. Bei älteren Froschlarven kann nämlich recht leicht eine Verwechslung unter anderem mit Teilen der vorderen Extremitätenanlage vorkommen. Nach der Isolierung werden die Thymuspartikel mit sterilen Instrumenten in einer feinen Pipette oder auf der Spitze einer Lanzette auf ein steriles Deckgläschen gebracht. Ein Tropfen Lymphe wird sofort darüber gegossen. Nachdem die Lymphe geronnen ist, wird das Deckgläschen umgestülpt und auf die Aushöhlung eines ausgeschliffenen sterilen Objektträgers gelegt. Um Verdunstung und Infektion zu verhindern, wird ein Paraffinrahmen rings um das

Deckgläschen gegossen. Das Präparat wird in gewöhnlicher Zimmertemperatur und -beleuchtung aufbewahrt.

Die Beschaffenheit der Lymphe ist von grosser Bedeutung. Dass es am vorteilhaftesten ist, sie einem jungen Tier zu entnehmen, wurde schon erwähnt. Ein gutes Resultat kann aber auch unter diesen Verhältnissen meistens nur dann erzielt werden, wenn die Lymphe ein festes Gerinnsel ergibt, das dem Gewebe des Explantats und den herauswachsenden Zellen eine genügende Stütze gewährt. Der Fibrinogengehalt der Lymphe scheint in entgegengesetzter Richtung wie die Lymphmenge des Tieres zu wechseln. Am besten ist die Lymphe, welche nur in spärlicher Menge vorhanden ist. Bei grossem Lymphreichtum dagegen wird das Gerinnsel lose und locker, und nach einigen Tagen findet man eine ganze Menge Zellen frei im Lymphtropfen herumfliessen. Ein üppiges Wachstum ist selten in einem derartigen Präparate erzielt worden.

Zwei Serien Präparate zu je 6 Stück habe ich unmittelbar bzw. einen Tag nach Anfertigung einer Röntgenbestrahlung ausgesetzt, um den Zerfall der Lymphocyten zu beschleunigen, ohne dadurch die Reticulumzellen beträchtlich zu schädigen. Bei relativ weichen Röhren (Bauer 7—9) sowie mit einer etwa 27 cm weiten Entfernung der Röhre von dem Präparate wurde eine Bestrahlungszeit von bzw. 14—20 Minuten entweder auf einmal oder in 2 Séancen an verschiedenen Tagen zur Erreichung dieses Zweckes angewandt.

Vergleichshalber habe ich Kulturen von verschiedenerlei Geweben, der Milz, dem intermuskulären und anderer institiellen Bindegewebe, sowie der Epidermis angelegt. Die Ergebnisse dieser speziellen Untersuchungen finden, insofern sie zur Erläuterung meiner Hauptaufgabe, des Thymusstudiums, beitragen, weiter unten Berücksichtigung.

Schliesslich mag hier noch ein paar Versuchen Erwähnung getan werden, die ich vornahm, um durch Ausbreiten einer

dünnen Farbenschicht (von Neutralrot oder Brilliantkresylblau) auf dem Deckglas nach Nakanishis Methode eine vitale Färbung des wachsenden Gewebes hervorzubringen. Wie Pappenheimers entsprechende Vitalfärbungsversuche misslangen auch die meinen, das Wachstum des betreffenden Präparates blieb aus. Ich war deshalb auf die fixierten Kulturen bei meinen Färbungsversuchen angewiesen. Die Fixierung geschah entweder nach einer kurzen Behandlung mit Formalindämpfen in Formalin (1 :10) oder durch Osmiumdämpfe. Die Färbung wurde dann mit Hämatoxylin und Scharlachrot ausgeführt. Die Untersuchung dieser Präparate geschah meistens in Glycerin.

Beobachtungen.

Gleich nach Anfertigung des Präparates können keine aktiven Lebenszeichen an den Zellen bemerkt werden, etwa nach 2—4 Stunden jedoch beginnen einzelne Zellen mit deutlich lymphocytärem Charakter auszuwandern. Diese Auswanderung wird nach und nach lebendiger, und nach 12 Stunden sieht man rings um die Schnittfläche des explantierten Fragmentes einen breiten Saum derartiger Zellen (Taf. 23/24, Fig. 1). Unter diesen Zellen kann man oft auch grössere leukocytärer Natur, teils ungranulierte Formen, teils Formen mit zahlreichen, gleichmässig grossen, glänzenden Granula, zweifellos eosinophile Leukocyten erkennen. Dem Gewebestück zunächst sind die Zellen in mehreren Schichten aufgelagert, nach aussen zu wird die Zellenmasse dünner, so dass die Zellen ganz zu äusserst in der Peripherie nur recht spärlich verstreut liegen. Hier trifft man meistens die schönsten Wanderungsformen an. Die Dichtigkeit des in dieser Weise entstandenen Zellensaums rührt in gewisser Beziehung von der speziellen Konstitution des vorliegenden Organs her.

Hinsichtlich des oben Gesagten mag hier daran erinnert

werden, dass das Organ nach seiner frühzeitig beendeten „lymphoiden" Umwandlung freilich immer noch aus einem zellulären Reticulum mit zwischen den Reticulumzellen liegenden Lymphocyten besteht, dass aber je nach dem Alter und dem oft — u. a. nach den Jahreszeiten — wechselnden Ernährungszustand des Tieres innerhalb des Rahmens dieses allgemeinen Baues die Struktureinzelheiten sehr erheblich variieren (Alters-, accidentelle und Saisoninvolution). Die Reticulumzellen sind während des Larvenstadiums von verhältnismässig einheitlicher Beschaffenheit, wandeln sich aber mit zunehmendem Alter in beträchtlicher Anzahl in andere differente Zelltypen von epithelialer Beschaffenheit um, namentlich in Flimmer- und Schleimzellen, sowie in Zellen von myoider Struktur. In den späteren Stadien der Altersinvolution nimmt die Anzahl der Lymphocyten gleichfalls ab. Die accidentelle Involution, sei es nun, dass sie den Charakter der Saisoninvolution trage oder nicht, wird dagegen mehr ausschliesslich durch eine progrediente Rareficierung der Lymphocyten innerhalb des Organes gekennzeichnet.

In Übereinstimmung hiermit ist bei einem etwas hochgradiger involvierten Thymus der zuerst auswandernde Zellenbestand geringer. Es scheint jedoch, als ob diese starke Lymphocytenausfuhr aus dem Fragment nicht in ihrem ganzen Umfang von einer aktiven Wanderung der Zellen abhinge. In gewissen Kulturen finden sich schon nach kurzer Zeit in der dichten Masse der freiliegenden Zellen, die das explantierte Gewebe umgeben, Lymphocyten von runder Form und mit pyknotischem Kern, die durchaus keine aktive Bewegung zeigen. Bisweilen können auch runde, myoide Zellen, die bei weiterer Beobachtung keine wesentlichen Veränderungen der Form aufweisen, frühzeitig ausserhalb des Thymusexplantates gefunden werden. Bei Kultur der Milz wird oft beobachtet, wie sich das bei der Explantation rote Gewebestück nach und nach entfärbt, während

sich gleichzeitig rote Blutkörperchen ausserhalb des Randes auflagern. In dem Masse sich nicht von Anfang an derartige freie Zellen ohne Anzeichen selbständiger Bewegung in dem Präparat finden und also ganz einfach bei der ersten Präparation des Gewebefragmentes freigemacht wurden, scheint ihr Auftreten darauf hinzudeuten, dass ausser der zweifellos stattfindenden rein aktiven Auswanderung auch eine mechanische Auspressung loser Zellen vorkommen kann. Diese könnte auf eine Retraktion von Elementen in dem Gewebe oder ausserhalb desselben und auf einen dadurch erhöhten Gewebedruck zurückzuführen sein. Innerhalb des Gewebes kommen in dieser Beziehung zunächst wohl die Gefässe und das perivaskuläre Bindegewebe, vielleicht auch in gewissem Masse das Thymusreticulum selbst in Betracht. Eine Retraktion der Fibrinfäden in dem das Gewebe umgebenden Lymphgerinnsel könnte vielleicht in gleicher Weise wirken. Eine derartige passive Auspressung der Zellen findet jedoch in gut gelungenen Präparaten niemals allein statt. Neben solchen runden unbeweglichen Lymphocyten mit pyknotischem Kern kommen andere lappenförmige vor, die verhältnismässig schnelle Formveränderungen zeigen. Es ist leicht, sich durch eine von Zeit zu Zeit vorgenommene Abzeichnung eines Gesichtsfeldes zu überzeugen, dass es sich bei den derartigen Zellen nicht nur um Form-, sondern auch um Ortsveränderungen handelt, mit anderen Worten, dass diese Zellen wirklich wandern. Wenn diese Wanderung nun auch nach verschiedenen Richtungen hin vor sich geht, so ist doch das hauptsächliche Ergebnis eine exzentrische Verbreitung der Zellen von dem Geweberand nach aussen hin.

Bei Kultur des Thymus in toto von jungen Froschlarven scheint die Thymuskapsel kein absolutes Hindernis für eine aktive Auswanderung der Lymphocyten zu sein; man sieht, wenn auch in verhältnismässig geringem Massstab, derartige Zellen quer durch die Kapsel das Organ verlassen. Der Thymus

ausgewachsener Tiere hat eine festere Kapsel und in solchen Kulturen kann eine Auswanderung nur an den Schnittflächen beobachtet werden; man sucht vergebens nach emigrierenden Zellen von solchen präformierten Flächen, wo die Kapsel vorhanden ist. Dustin und Baillez haben, wie früher erwähnt, das unzerteilte Organ ausgewachsener Frösche verwendet und gefunden, „dass die kleinen Thymuszellen niemals die Tendenz zeigen, das Organ zu verlassen. Sie werden sehr leicht in loco besonders im Centrum des Organs durch Pyknose und Karyolyse zerstört". Dieses stimmt mit meinen Beobachtungen soweit wohl überein. Diese Beobachtungen zeigen jedoch auch, dass das negative Resultat erwähnter Autoren keineswegs in einer mangelnden Wanderungsfähigkeit der Lymphocyten zu suchen ist, sondern nur in der Unzweckmässigkeit, das Organ bei der Kultur unzerteilt anzuwenden.

Die hier geschilderte Zone der ausgewanderten Lymphocyten verändert innerhalb des Präparates nach und nach ihre Lage, insofern als die meisten Lymphocyten sich allmählich in tiefere Teile des Gerinnsels senken. In erster Linie betrifft diese Lageveränderung die runden pyknotischen Zellen, die von Anfang an vorhanden waren oder später entstanden sind, aber auch die lebenden Lymphocyten gelangen zum grössten Teil in die unteren Abschnitte des Gerinnsels, wo sie fortwährend herumkriechen. Diese Verschiebung der Zellenmasse nach unten zu scheint offenbar unter Einwirkung der Schwerkraft zustande zu kommen und wird oft durch eine gleichzeitig statthabende partielle Auflösung des stüzenden Fibrinnetzes erleichtert. Eine derartige weit vorgeschrittene Verflüssigung macht sich durch Strömungen der Zellen in dem Lymphmedium bei Bewegungen des Präparates bemerkbar. Auf diese Weise werden die Ränder des explantierten Stückes in der oberen Schicht mehr oder weniger von den Lymphocyten gereinigt. Hierdurch wird es auch leichter, das zu gleicher Zeit beginnende Herauswachsen der Reticulumzellen zu beobachten.

Nach einer Latenzperiode, deren Dauer meistens zwischen 1—3 Tagen wechselt, beobachtet man die ersten Zeichen eines Herauswachsens der Reticulumzellen. Aus dem freien Rande des Thymusstückes sieht man auf verschiedenen Stellen feine, protoplasmatische Fortsätze herausdringen. Sowohl bei diesem ersten Herauswachsen als auch immer weiterhin geschieht diese Verschiebung der Reticulumzellen hauptsächlich in einer Ebene dicht unter dem Deckgläschen und zwar meistens in so unmittelbarer Nähe an der unteren Fläche desselben, so dass man den Eindruck hat, als benutzten die Zellen diese als eine Art Gleitebene. Die Fortsätze verdicken und vergrössern sich; meistens dauert es nicht lange, so liegt auch der zugehörige Zellkörper ausserhalb des Geweberandes, und bald folgen ihm andere nach (Taf. 23/24, Fig. 2). In verschiedenen Präparaten zeigt dieser Auswuchs eine verschiedene Intensität, und im Zusammenhang hiermit sind die hervorwachsenden Zellkomplexe von verschiedenartigem Aussehen. Bei sonst gleichem Verhalten scheint der Auswuchs bei dem Thymus gut ernährter Tiere am kräftigsten zu sein, bei Organen dagegen, die sich in accidenteller Involution befinden, pflegt er auffallend schwach auszufallen.

Die hervorwachsenden Reticulumzellen bilden in der Regel ausserhalb des Thymusstückes einen Zellenverband von wechselnder, aber charakteristischer Anordnung. Die Zellen liegen nicht selten Rand an Rand wie ein geschlossenes Epithel (Taf. 23/24, Fig. 3). In anderen Fällen sieht man in solchen epithelialen Zellenverbänden grössere oder kleinere Lücken, die dann oft von fäden- oder hautähnlichen Fortsätzen durchkreuzt werden, und diese verbinden die Zellen (Taf. 27, Fig. 14). Derartige Gebilde stellen einen Übergang zu andern dar, wo die Zellen gelockert sind, verzweigte Formen haben und sich allseitiger zu einem Reticulum verbinden (Taf. 25/26, Fig. 10). Diese eben erwähnte reticuläre Anordnung habe ich vor allem

in Kulturen des Thymus vom Larvenstadium angetroffen. Auch wo die Zellen von Anfang an vereinzelt oder in kleineren Gruppen hervorgewachsen sind, bilden sie nicht selten durch sekundäres Zusammenschliessen grössere oder kleinere Zellenkomplexe eines oder des anderen Typus (Taf. 27, Fig. 13).

Überhaupt ist das Verhalten dieser herauswachsenden Reticulumzellen von ausserordentlich grosser Veränderlichkeit, diese ist meistens so erheblich, dass es auf grosse Schwierigkeiten stösst, auch mit Hilfe der Camera ein exaktes Bild eines Gesichtsfeldes aufzunehmen. Ehe das Bild abgeschlossen werden kann, hat sich der zuerst abgezeichnete Teil nicht selten bereits verändert, bisweilen sogar zur Unkenntlichkeit. Zellen, die in einem Augenblick weit voneinander entfernt liegen, vielleicht durch einen das ganze Gesichtsfeld durchkreuzenden Fortsatz miteinander verbunden, können sich verhältnismässig schnell nähern und so eng zusammenfügen, dass eine derartige Verbindung nicht mehr zu entdecken ist. Oder auch lösen sich die Verbindungen — eine oder mehrere — und die Zelle zeigt sich nun als ein freies, hauptsächlich sphärisches Gebilde (Taf. 23/24, Fig. 7, Zelle a). Durch längere Beobachtung derartiger Zellen eventuell mit Hilfe von Camerazeichnungen habe ich wiederholt feststellen können, dass so eine einmal freigemachte, sphärische Zelle durch hervorgeschobene Fortsätze aufs neue mit naheliegenden Zellen in Verbindung treten kann, was nicht ohne prinzipielle Bedeutung ist; ich werde weiter unten darauf zurückkommen (Taf. 25/26, Zelle c in Fig. 9 A—G).

Man könnte im Zweifel sein, ob sich dasjenige Verhalten der Reticulumzellen, worum es sich hier handelt, mit der Bezeichnung „Wachsen“ am besten deckt. Vielleicht könnte man es mit derselben Berechtigung als ein Wandern bezeichnen. Bilder, die mit Sicherheit auf eine Zellenteilung oder eine Zellenvermehrung zurückgeführt werden können, sind in dem lebenden Material nicht beobachtet worden. Eine Zerlegung einer an-

scheinend einheitlichen Protoplasmamasse könnte sehr leicht als Ausdruck einer Zellenteilung gedeutet werden. Eine derartige Masse ist jedoch oft lediglich durch intimes Zusammenfügen zweier Zellen entstanden, deren Kerne durch übergelagerte Protoplasmastrukturen verborgen sind, und deren Grenzen sich temporär den Beobachtungen entziehen und die Teilung ist dann nur eine scheinbare. Dagegen habe ich nach der Fixierung und Färbung der Gewebekulturen in einzelnen Fällen in diesen Zellen das Vorkommen von Mitosen feststellen können. Pappenheimer berichtet von einer gleichen Beobachtung. Was man eigentlich in dem lebenden Präparat sieht, ist ein Herausdringen der Reticulumzellen, Form- und Lageveränderungen derselben, sowie das mit diesen Veränderungen verbundene oben angedeutete Wechseln im gegenseitigen Verhalten der Zellen — alles Erscheinungen, die in vielerlei an amöboide Bewegungsphänomene erinnern. Auch in Einzelheiten finden sich derartige Ähnlichkeiten. Die Fortsätze bestehen anfangs aus einem körnchenfreien Ektoplasma, oft von so schwacher Lichtbrechung und äusserster Durchsichtigkeit, dass eine scharfe Beobachtung bei genau angepasster Beleuchtung erforderlich ist, um diese delikaten Gebilde in ihren feinsten Verzweigungen verfolgen zu können. Erst sekundär kann das körnige Endoplasma in so einen Fortsatz hineinströmen und diesem dadurch mehr „Korpus" verleihen. Trotz dieses amöboiden Charakters bei den Fortsätzen der Reticulumzellen weicht der Typus derselben doch erheblich von dem der Pseudopodien der Lymphocyten ab. Während letztere meistens einen ausgeprägt runden, zungen- oder lappenförmigen Charakter haben (Taf. 23/24, Fig. 1, 4), wie ihn Hammar (1907) in seinen Konturzeichnungen wiedergegeben hat, zeigen sich die Fortsätze der Reticulumzellen bald als feine, in Spitzen ausgestreckte, nicht selten zu den feinsten Fibrillen ausgesponnene Fäden (Taf. 23/24, Fig. 4, 5, 7; Taf. 27, Fig. 13), bald als dünne

durchsichtige Häute (Taf. 23/24, Fig. 6), die an ihren freien Rändern häufig Fransen derartiger Fäden tragen. Lässt man das Präparat nach und nach spontan absterben, so lösen die meisten Reticulumzellen ihre Verbindungen, runden sich ab und treten als freiliegende Sphären im Präparate auf; bei sofortiger Fixierung mit Osmium- oder Formalindämpfen können die Fortsätze, wenn auch nicht immer in ihrer ganzen ursprünglichen Eleganz, konserviert werden.

Mit dem amöboiden Charakter der Formveränderungen der Reticulumzellen hängen wahrscheinlich auch ihre ausgeprägten phagocytären Eigenschaften zusammen, ein Umstand, worauf ich weiter unten zurückkommen werde. Wenn ich trotz des oben Angeführten nichtsdestoweniger oben von dem Verhalten der Reticulumzellen als von einem Wachsen gesprochen habe, und ich es auch weiterhin tun werde, so habe ich dafür mehrere Gründe. Nicht nur, weil ich dem Beispiel der meisten anderen Untersucher auf dem Gebiet der Kultur in vitro folge. Der expansive Charakter des Prozesses selbst und der Umstand, dass Mitosen doch faktisch vorkommen, berechtigen die angewandte Bezeichnung, die auch insofern angebracht erscheint, als sie das Verhalten der Lymphocyten und der Reticulumzellen, das der ersteren als ein Auswandern, das der letzteren als ein Herauswachsen, auch terminologisch scharf auseinanderzuhalten erlaubt.

Gleichzeitig mit dem Hervorwachsen der Reticulumzellen findet meistens eine stetige, wenn auch nunmehr verringerte Auswanderung der Lymphocyten statt. In vielen Kulturen, wo sich Reticulumzellen und Lymphocyten in demselben Plan befinden, macht man oft Beobachtungen, die den Gedanken an das Vorkommen einer positiven Cytotaxis zwischen denselben aufkommen lassen könnten. Um eine Reticulumzelle herum kann man einzelne Lymphocyten kriechen sehen, die, wie man bei weiterer Beobachtung konstatieren kann, häufig um ein und dieselbe

Zelle herumkreisen (Taf. 23/24, Fig. 6). Diesen Umstand habe ich in fast noch frappanterer Weise bei der Kultur von dem Kaninchenthymus angetroffen. Von Zeit zu Zeit sieht man, wie zwischen beiden Arten von Zellen ein sehr intimer Kontakt stattfindet. Der Lymphocyt legt sich an die Reticulumzelle an, die Grenze zwischen ihnen wird undeutlich, so dass der Lymphocyt wie eine gerundete Ausbuchtung auf der Kontur der grösseren Zelle aussieht. Nach ein paar Minuten wird der Kontakt wieder gelöst und der Lymphocyt nimmt wieder seine kriechende Form an. Eine wirkliche protoplasmatische Verbindung scheint jedoch nicht stattzufinden; die Grenze zwischen den Zellen kann mit einem Male wieder deutlich werden. Niemals habe ich bei einer derartigen Trennung eines Lymphocyten von einer Reticulumzelle sich eine Protoplasmabrücke zwischen ihnen bilden, ausdehnen und brechen gesehen, wie es ja der Fall zu sein pflegt, wo eine wirklich plasmatische Verbindung gelöst wird; ferner habe ich niemals einen Übergang von Plasmabestandteilen von der einen zu der andern Zelle beobachten können. Die Bedeutung der hier erwähnten Erscheinungen werde ich späterhin etwas näher erörtern.

Wie schon früher erwähnt, ist die Emigration der Lymphocyten aus dem Explantat die ersten Tage nach dem Einlegen am lebhaftesten; sie nimmt aber bald ab, und im Zusammenhang hiermit degenerieren eine ganze Reihe der schon ausgewanderten Zellen. Die Auswanderung fährt jedoch, wenn auch in erheblich geringerem Massstab, während der ganzen Lebensdauer des Präparates fort; diese Lebensdauer kann unter günstigen Bedingungen 14 Tage währen. Nach Waschen des eine Woche alten Präparates mit Ringerscher Lösung, sowie nach Applikation von neuer Lymphe nach der Carrelschen Methode konnte die interessante Beobachtung gemacht werden, dass in Kulturen, wo fast alle Lymphocytenauswanderungen bereits aufgehört hatten, nicht nur das Herauswachsen der Reti-

culumzellen aufs neue begann, sondern dass auch wanderfähige Lymphocyten das reexplantierte Gewebe aufs neue verliessen. Es scheint also, als ob in gewöhnlichen Fällen nicht alle Lymphocyten das Thymusexplantat verliessen. In einem neu angefertigten Präparat des normalen Thymus sind innerhalb des Gewebestückes die kleinen Zellen in der Regel dominierend. Die Reticulumzellen treten da nur als zellenärmere, durchsichtigere Stellen im Präparat auf. Während die Lymphocyten innerhalb des Gewebes durch die Auswanderung nicht nur rarefiziert werden, sondern, wie es den Anschein hat, auch bis zu einem gewissen Grad durch Degeneration und Zerfall in loco verschwinden, erhält das Explantat nach und nach ein oft auffällig verändertes Aussehen. Die Reticulumzellen werden allmählich immer deutlicher und in gewissen gelungenen, älteren Präparaten erhält man sozusagen ein fast reinkultiviertes Reticulum, wo man vorzugsweise Reticulumzellen gewissermassen hypertrophiert und mit ihren Fortsätzen schön durcheinander verflochten findet.

So lange die Lymphocyten sich aktiv zu bewegen vermögen, behalten sie ihre typische Lymphocytenstruktur bei. Sie zeigen in der Ruheform einen abgerundeten Kern mit deutlicher Kernmembran und stark lichtbrechenden intranukleären Chromatinpartikeln, ausserhalb des Kernes findet sich ein schmaler Protoplasmasaum. Beim Herumkriechen der Zelle schickt das Protoplasma kleine Fortsätze aus; der Kern dehnt sich in die Länge und zeigt auffallende Längsstreifen, die auf eine Faltung der Kernmembrane und auf eine Längsstreckung der Fäden des chromatischen Kernnetzes zurückzuführen sein dürften. Bei Degeneration treten Veränderungen in der Lichtbrechung der Zellen ein, was sich hauptsächlich auf zwei verschiedene Weisen markiert. In einem Fall verschwindet die heterogene Lichtbrechung des Kerns; der Kern bekommt ein homogenes pyknotisches Aussehen und hebt sich scharf von dem Protoplasma

ab. Diese Degenerationsform ist die gewöhnlichere. Im anderen Fall dagegen verliert die ganze Zelle ihre starke Lichtbrechung, schwillt an und erhält eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Stroma eines roten Blutkörperchens. Oft zeigen diese Zellen in der Peripherie ein bis zwei glänzende Körnchen. Diese Beobachtungen der verschiedenen Degenerationsarten der Lymphocyten stimmen mit den diesbezüglich geschilderten Beobachtungen meiner Vorgänger Dustins und Baillez als auch Pappenheimers in vieler Hinsicht überein. In ein und demselben Präparat kann man Degenerationsbilder beider Arten finden; die Bedingungen, die die eine oder die andere Form hervorrufen, weiss ich nicht anzugeben. Die pyknotischen Zellen neigen in kurzer Zeit zum Zerfall, indem sich Tropfen von derselben Lichtbrechung wie der des Kernes abzutrennen beginnen. Derartige runde Tropfen in lebhafter Brownscher Molekularbewegung werden in dem umgebenden Lymphmedium angetroffen. In dem Protoplasma der Reticulumzellen finden sich Körnchen von gleicher Struktur, Färbbarkeit und von gleicher Lichtbrechung, die offenbar durch Phagocytose aufgenommen worden sind.

Der Zerfall der Lymphocyten bleibt niemals aus; anscheinend rührt er von einer den Lymphocyten eigenen, labilen Beschaffenheit her; er kann aber durch äussere Faktoren beschleunigt werden. Nach einer längeren Behandlung mit isotonischer Kochsalzlösung sind die Lymphocyten zum grössten Teil schon beim Einlegen pyknotisch, was auch nach einer schweren mechanischen Läsion des kultivierten Stückes der Fall ist. Dieses zeigt sich auch gewöhnlich darin, dass aktiv auswandernde Lymphocyten in geringerer Menge als sonst vorhanden sind. Ringersche Lösung ist, wie erwähnt, diesbezüglich ein erheblich indifferenteres Medium.

Eine andere Art und Weise, den Zerfall der Lymphocyten zu beschleunigen, ist die Röntgenbestrahlung der Gewebe-

kulturen. Heinekes, Rudbergs, Regauds und Crémieus Bestrahlungsresultate berücksichtigend, ist es mir ebenfalls gelungen, durch eine richtig abgepasste Bestrahlungszeit einen Zerfall der Lymphocyten ohne gleichzeitiges Abtöten der Reticulumzellen zu erreichen. Schon zwei Stunden nach der Bestrahlung konnte man Pyknose und Zerfall in vorher aktiven Wanderungszellen beobachten. Dass beim Zerfall auch die im Inneren des Gewebestückes befindlichen Lymphocyten in Mitleidenschaft gezogen wurden, ging daraus hervor, dass die Reticulumzellen im Gegensatz zu dem, was sonst der Fall zu sein pflegt, schon beim beginnenden Herauswachsen mit zahlreichen glänzenden, grossen Körnchen, die wie phagocytierte Lymphocytentrümmer aussahen, versehen waren. In Kontrollproben, die mit gewöhnlicher Lymphe vorgenommen wurden, konnte auch ein ähnlicher Zerfall der Lymphzellen beobachtet werden.

Die Mehrzahl der Reticulumzellen in dem Thymus des Frosches haben im frühen Stadium des Lebens in vitro ein homogenes Protoplasma mit darin verstreuten blassen Körnchen. Der Kern ist nur dann deutlich sichtbar, wenn die Zelle sehr abgeplattet ist. Er sieht wie ein körnchenfreier, homogener, ovaler Fleck mit einer, seltener zwei deutlichen Nukleolen aus (Taf. 23/24, Figur 6). Auch die Kernhaut kann zuweilen beobachtet werden. Die Körnchen in dem Protoplasma liegen diffus zerstreut. Nur bei Wanderung der Zellen zeigt sich an gewissen Stellen ein körnchenfreies Ektoplasma, von dem die Pseudopodien ausgehen. Während gewisser Bewegungsphasen nimmt das Protoplasma temporär nicht selten ein längsstreifiges Aussehen an, auch die Körnchen können sich dann in Reihen anhäufen; solche Körnchenreihen gleichen bisweilen durch die Regelmässigkeit der Fügung ihrer Körnchen quergestreiften Muskelfibrillen. Die Grösse der Körnchen variiert zwischen 1—5 μ; sie sind von unregelmässiger Form und zeigen eine

J. F. Bergmann



etwas stärkere Lichtbrechung als das Protoplasma selbst. Es scheint, als sei dies dieselbe Art von Körnchen, die Pappenheimer angetroffen hat, und die er mit Bendas Mitrochondrien-Färbung gefärbt hat. Ihr beständiges Vorkommen in den Zellen vom ersten Herauswachsen derselben an erweckt die Vorstellung, als handle es sich hier um Körnchen, die dem Protoplasma selbst angehörig sind.

Schon bald nach dem ersten Hervorwachsen der Reticulumzellen finden sich unter den eben beschriebenen Körnchen andere mit abweichendem Charakter. Sie sind rund, anfangs klein und ziemlich gleichmässig gross, später von wechselndem Umfang; schon in ihrer Lichtbrechung erinnern sie an Fetttropfen. Eine nähere Analyse ergibt, dass sie sich mit Scharlach R färben, sowie von Osmium grau tingiert werden; dieses Aussehen behalten sie auch im grossen und ganzen, nachdem das osmierte Präparat mit Spiritus behandelt wurde, bei. Sie ergeben somit, soweit aus meiner Analyse hervorgeht, dieselben Farbenreaktionen, wie Holmström und Hart sie bei Lipoiden, die normaliter bei der Involution in dem Thymus aufgetreten sind, nachgewiesen haben und dürften dem sudanophilen Lipoidtropfen, den Pappenheimer in seinen Kulturen nachgewiesen hat, entsprechen. Sie wechseln an Grösse und Anzahl; in einer Reihe Reticulumzellen beherrschen sie sogar das ganze Zellenbild. Freie Fetttropfen in der Umgebung, die zu der Annahme führen könnten, dass diese Tropfen fertig aus dem umgebenden Medium aufgenommen wären, habe ich nicht gefunden.

Mit diesen intracellulären Lipoidtropfen dürfen nun nicht ähnliche Gebilde, die aus phagocytierten Kernfragmenten der Lymphocyten bestehen, verwechselt werden. Diese können in älteren Präparaten ebenso gross sein wie die Fetttropfen und sind auf den ersten Blick schwerlich von ihnen zu unterscheiden. Sie besitzen jedoch nicht die starke Lichtbrechung der Lipoid-

tropfen und sind daher auch nicht wie diese von so scharfen dunklen Konturen umgeben. Erst durch Fixierung und Färbung des Präparates kann man aber die Gattung dieser beiden Körnchenarten sicher feststellen (Taf. 27, Fig. 11 u. 12). Pappenheimer hat zu demselben Zweck vitale Färbung angewandt. Die Zahl der phagocytierten Lymphocytentrümmer wechselt in verschiedenen Präparaten. Dieses beruht wohl teilweise auf rein lokalen Faktoren; haben sich die degenerierenden Lymphocyten frühzeitig in die Tiefe des Lymphgerinnsels gesenkt, so sind sie nicht in demselben Masse wie sonst den phagocytierenden Reticulumzellen zugänglich. Auch Lymphocyten, die innerhalb des Gewebes zerfallen, sind der Phagocytose preisgegeben, eine Beobachtung, die sowohl direkt als auch nach Schnitten und Färbung des Kulturpräparates gemacht werden kann. Die phagocytäre Fähigkeit der Reticulumzellen kommt jedoch nicht allein Lymphocyten gegenüber zum Ausdruck. Rote Blutkörperchen, Pigmentkörnchen usw. können in den fraglichen Zellen angetroffen werden. Welches Schicksal den Lymphocytenfragmenten beschieden ist, habe ich durch direkte Beobachtung nicht verfolgen können. Es scheint jedoch, dass die Chromatinkörnchen sowohl die, die frei in der Lymphe liegen, als auch die, die phagocytiert sind, nach und nach ihre stärkere Lichtbrechung verlieren, anschwellen und im Zusammenhang hiermit anfangs weniger, später gar nicht basophil werden (Taf. 27, Fig. 11). Sie sind also einer Art von Auflösungsprozess unterworfen, ähnlich dem, den schon Rudberg auf Grund der Bilder in Schnittpräparaten angenommen hat.

Von den bisher geschilderten gewöhnlichen Bildern der Reticulumzellen unterscheiden sich einzelne Zellen durch eine deutliche Schaumstruktur mit Körnchen, die in den Scheidewänden zwischen den Vacuolen liegen. Diese Gebilde treten beim Frosch nur sporadisch auf. Über die Bedingungen ihres Auftretens ist mir nichts Sicheres bekannt. Vielleicht sind sie

Degenerationsformen analog mit denen, die Rudberg in dem röntgenbestrahlten Thymus gefunden hat. Thymuskulturen von 3 Monate alten Kaninchen, die in verdünntem Plasma vom selben Tier vorgenommen wurden, ergaben eine überwiegende Mehrheit von Zellen mit Schaumstruktur. Diese Zellen zeigten eine ausgesprochene Neigung zu epithelialem Zusammenschluss, phagocytierten Lymphocyten und verhielten sich im übrigen wie die Zellen beim Frosch. Es wurden jedoch auch hier Zellen mit homogenem Protoplasma gefunden.

Schliesslich mögen hier einige Beobachtungen an solchen höher differenzierten Zellen, myoiden Zellen und Flimmerzellen, die hauptsächlich in dem Thymus des ausgebildeten Tieres vorkommen, und deren Verhalten innerhalb der lebenden Kultur von grossem Interesse ist, dargelegt werden.

Was nun zuerst die myoiden Zellen anlangt, so ist es mir ebensowenig wie Pappenheimer gelungen, an den auch im lebenden Zustand oft besonders deutlich quergestreiften Fibrillen dieser Zellen eine Verkürzung oder eine andere schnelle Veränderung zu beobachten, die die Annahme einer Kontraktilität dieser Fibrillen berechtigen könnte. Meistens findet man auch diese Zellen frei und abgerundet in der Kultur liegen, ohne jegliche Verbindung mit der Umgebung. In einem Fall habe ich jedoch einen deutlichen, unverkennbaren Zusammenhang zwischen einer abgerundeten myoiden Zelle, die im Laufe des Wachstums ausserhalb der eigentlichen Gewebsgrenze ausgetreten war, und einer in dem Randteil des Explantates befindlichen typischen Reticulumzelle beobachten können. Die Verbindung wurde durch einen hyalinen, fadenförmigen Fortsatz des Ektoplasmas der myoiden Zelle vermittelt, wogegen die myoiden Fibrillen hiebei unbeteiligt waren. Gleichzeitig zeigte die myoide Zelle an anderen Teilen ihrer Peripherie ähnliche, sich relativ schnell verändernde, bald verlängernde, bald ausdehnende Protoplasma-Fortsätze. Nach einer Stunde etwa löste

sich nach und nach diese Verbindung, ohne sich später zu erneuern.

Ebenso wie über das fixierte Material berichtet worden ist [Hammar (1905)] findet man Flimmerzellen in der Kultur des Froschthymus, die bald einzeln mitten in dem Parenchym eingebettet liegen, bald eine mehr oder weniger vollständige Auskleidung intraparenchymatöser Cysten bilden. In einigen Fällen haben die Verhältnisse es gefügt, dass die Flimmerzellen in der Gewebekultur entweder von Anfang an an den Rand zu liegen kommen oder im Lauf des Wachstums eine derartige Lage angenommen haben. In ein paar Fällen sind auch Flimmerzellen zusammen mit anderen Reticulumzellen ausgewachsen und in einem Zellenverband ausserhalb des Gewebestückes liegen geblieben. In allen diesen Fällen konnte ohne die geringste Schwierigkeit konstatiert werden, dass sich die Flimmerhärchen in einer typischen unaufhörlichen, kräftigen Bewegung befanden. Ein besonders auffallendes Bild boten die kleineren Cysten, die, wie es meistens der Fall ist, einen sekretartigen Klumpen, der den ganzen Cystenraum ausfüllt, einschliessen. Dieser war dann in einer stetigen wälzenden oder rotierenden Bewegung begriffen. Obgleich kaum eine Veranlassung vorgelegen hat, das Gegenteil anzunehmen, so dürfte doch hierdurch zum ersten Male durch direkte Beobachtung die Aktivität der intrathymischen Flimmerzellen festgestellt worden sein. Eine in der Literatur vorliegende, von Hammar (1910) zitierte Beobachtung von Remak (1843) scheint nämlich eher auf eine parathymische Flimmercyste Bezug zu haben.

Von besonderem Interesse scheint es mir zu sein, dass ich wiederholt in dem Inneren eines Präparates, das ich vorher genau untersucht habe und in dem ich gut orientiert war, nach Verlauf einiger Zeit (z. B. einer Nacht) kleine Flimmercysten angetroffen habe, die, wie ich mit ziemlicher Sicherheit behaupten kann, vorher nicht existiert haben. Die Lage im

Präparat ist leider immer derartig gewesen, dass ein Studium des eigentlichen Entstehungsmodus dieser Cysten nicht in Betracht kommen konnte. Erst als die Bewegungen innerhalb derselben begannen, haben sie die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt. Andererseits habe ich in ein paar Fällen gefunden, dass die Bewegungen der Flimmerzellen aufhörten einige Zeit nachdem eine vorher intraparenchymatös eingebettete Flimmerzelle gegen den freien Rand des Explantates hin gewachsen war und diesen erreicht hatte. Diese beiden Beobachtungen scheinen für eine labile Beschaffenheit der Flimmerhärchen der Thymuszellen zu sprechen.

Eine gewisse Veränderlichkeit in der Form der Cysten hat sich auch beobachten und durch Skizzierung mit der Camera feststellen lassen. Ich habe also gesehen, wie eine früher runde Cyste allmählich eingeschnürt wurde, ohne mit Sicherheit eine wirkliche Abschnürung konstatieren zu können. Höchst wahrscheinlich stehen diese und andere derartige Variationen in Zusammenhang mit der Formveränderlichkeit der umgebenden Zellen und werden durch diese hervorgerufen.

Diskussion und Schlüsse.

Die Thymuslymphocyten. Was die kleinen Thymuszellen angeht, so stimmen meine Beobachtungen in den meisten Punkten mit dem überein, was von anderen Untersuchern hierüber schon veröffentlicht ist. Die amöboide Bewegung und die Wanderungsfähigkeit dieser Zellen wurden schon von Hammar (1906) und von Pappenheimer (1913) beschrieben, auch meine Beobachtungen bekräftigen diese Angaben. Dass Dustin und Baillez in ihren Kulturen eine derartige Auswanderung nicht gefunden haben, lässt sich, wie oben erwähnt, dadurch erklären, dass diese Autoren eine unzweckmässige Kulturmethode — die Verwendung des unzerteilten Organs — angewandt haben.

Auch die von dem erst erwähnten Autor hervorgehobene morphologische Übereinstimmung zwischen diesen Zellen und anderen Lymphocyten wird durch meine Erfahrungen bestätigt. Ebenso auch die besonders durch Rudbergs Untersuchungen festgestellte Empfindlichkeit dieser Zellen für Röntgenstrahlen. Die Degenerationsbilder derartiger Zellen, die ich angetroffen habe, erinnern nahe daran, was u. a. Laurell (Cit. nach Hammar, 1910) an überlebendem Material gefunden hat. Offenbar liegt in der Auflösung des absterbenden pyknotischen Kerns unter Knospenbildung und Abschnürung kleiner Chromatinkugeln nichts für die Röntgenwirkung Spezifisches; ebensolche Gebilde, wenngleich nicht in demselben Umfang, werden angetroffen, wenn die Zellen aus einem anderen Grund abgestorben sind. Es scheinen solche Gebilde zu sein, die auch Pappenheimer (1911) in gewissen von Sektionsmaterial stammenden Thymusdrüsen, namentlich bei Fällen von Lymphatismus angetroffen hat. Pappenheimer fasst diese Bilder so auf, als gehörten sie gewissermassen dem pathologisch-anatomischen Bild des erwähnten Krankheitszustandes an. Da man jedoch aus der Publikation erfährt, dass das Organ in den zwei Fällen, wofür ich diesbezügliche Angaben finde, erst 15 Stunden bzw. 2 Tage nach dem Tode zur Konservierung gelangte, liegt es nahe an der Hand anzunehmen, dass die Veränderungen einzig und allein postmortaler Natur waren. In gewisser Beziehung ähnliche Bilder scheinen Dustin und Baillez nicht nur bei ihren Kulturversuchen, sondern auch bei ihren Transplantationsversuchen angetroffen zu haben. In beiden Fällen dürften in den inneren Teilen des Organs nekrobiotische Veränderungen der empfindlichen Lymphocyten vorgelegen haben.

Dass aber bei der Explantation kleinerer Thymusfragmente die Sache in gewisser Beziehung anders liegen kann, zeigen meine auf S. 295 angeführten Regenerationsversuche der Kulturen. Eine Auffrischung der Kultur durch Waschen bewirkte

eine neue, wenn auch nicht so reichliche Auswanderung lebensfähiger Lymphocyten aus dem Inneren eines Präparates, in dem die früher ausgewanderten Zellen schon tot waren und fast jegliche Auswanderung bereits vor dem Waschen aufgehört hatte. Es stellt sich unwillkürlich die Frage, was sind es für Faktoren, die hier auf eine Reihe im Inneren des Gewebes befindlicher Lymphocyten konservierend gewirkt und sie dem Schicksal, das die auswandernden Zellen getroffen hat, entzogen haben?

Betreffs des oben angeführten Zusammenschlusses der Lymphocyten und der Reticulumzellen beim Herauswachsen der letzteren habe ich schon erwähnt, dass diese Bilder unwillkürlich die Gedanken auf das Vorkommen einer positiven Cytotaxis zwischen diesen beiden Zellenarten lenken. Zweifellos lassen sich jedoch auch andere Erklärungen annehmen. Zunächst könnte man an die Möglichkeit eines ganz mechanischen Festklebens der kleineren Zellen an den grösseren denken. Wie sich die wandernden Zellen ja im allgemeinen einer nahe gelegenen Fläche, z. B. der des Deckglases, eines Fibrinfadens oder dgl., anschliessen, so handelt es sich vielleicht auch hier nur um ein derartiges Ausnutzen der grösseren Zellen als „Kriechebene“ seitens der kleineren. Diese Sache ist ihrer Bedeutung nach, wie man sieht, recht unklar, sie scheint mir jedoch eine gewisse Berücksichtigung zu verdienen, wenn man in Betracht zieht, dass die „Symbiose“, worin sich Lymphocyten und Reticulumepithel tatsächlich in dem Thymus befinden, wohl, wie man annehmen muss, eine gewisse Wechselwirkung, vielleicht einen Stoffaustausch bedeutet, und als Ausdruck eines derartigen Austausches könnte man sich dann das Anschliessen der Zellen aneinander denken. Jedenfalls ist es bemerkenswert, dass die Verbindung nie intimer ist, als dass sie jeden Augenblick gelöst werden könnte, und dass diese Trennung der Zellen voneinander auf eine Weise vor sich geht, die nicht den ge-

ringsten Grund dafür liefert, eine wirklich plasmatische Verbindung zwischen ihnen anzunehmen. Überhaupt ist der Umstand, dass man die reichlich miteinander kommunizierenden Reticulumzellen niemals eine wirkliche Verbindung mit den Lymphocyten bilden sieht, wie mir scheint, nicht besonders geeignet, die von gewissen Autoren (Stöhr u. a.) vertretene Auffassung von der nahen genetischen Zusammengehörigkeit dieser Zellenarten zu stützen.

Wenn man die Entwickelung des Präparates eine Weile nicht verfolgt hat, sondern die Beobachtung zu einem Zeitpunkt einsetzt, wo sich ein intimer Kontakt zwischen einem Lymphocyten und einer Reticulumzelle ausgebildet hat, kann leicht, wenn man beobachtet, wie diese beiden Zellen sich trennen, der Gedanke entstehen, die kleinere wäre durch Teilung aus der grösseren hervorgegangen. Ich möchte deshalb ausdrücklich betonen, dass ich nirgends Bilder gefunden habe, die eine derartige Annahme bestätigen. Im Gegenteil, wo einmal durch Behandlung mit physiologischer Kochsalzlösung, Röntgenbestrahlung oder auf eine andere Weise in grösserem Massstabe ein Untergang und Rarefizierung der Lymphocyten zustande gekommen ist, ist dieses Verhalten niemals ausgeglichen worden, sondern das Präparat hat auch weiterhin seinen mehr rein epithelialen Charakter beibehalten. Andererseits habe ich auch nie Bilder gefunden, die die Annahme, die Lymphocyten seien innerhalb der Kultur in grössere leukocytäre oder reticuläre Zellformen übergegangen, begründen könnten.

Die Reticulumzellen. Hier kommt zuerst die Frage nach der Identität der hier als Reticulumzellen beschriebenen Zellen in Betracht. Dustin hat in wiederholten Veröffentlichungen die Ansicht verfochten, die epitheloiden und myoiden Zellen seien Derivate von endothelialen oder perithelialen Zellen der Gefässwand. Es könnte nun in Frage gestellt werden, ob nicht die hier in den Kulturen als Reticulumzellen geschilderten

Formen tatsächlich Zellen der von Dustin angegebenen Herkunft seien.

Es ist nicht leicht, gleich beim ersten Anblick einer wachsenden Thymuskultur sich bestimmt davon zu überzeugen, ob die auswandernden grossen Zellen tatsächlich vom Reticulum und nicht von anderen intrathymischen Zellen herstammen. Bei fortgesetzten Studien erhält man indessen bald die Gewissheit, dass sie reticulären Ursprungs sind. Von den Wanderzellen unterscheiden sie sich sowohl durch die Beschaffenheit ihres Protoplasmas als durch ihre sonstigen biologischen Eigenschaften. Ausser den Thymuslymphocyten mit ihrer charakteristischen geringen Grösse und Kernplasmarelation finden sich nämlich in dem Thymus des Frosches grössere Wanderzellen von leukocytärem Aussehen, jedoch mit erheblich reichlicherem Protoplasma. Diese Leukocyten variieren in der Anzahl; in gewissen Präparaten kommen sie sehr selten vor. Sie wandern zum grössten Teil gleichzeitig mit den kleinen Zellen aus, haben im Gegensatz zu den Reticulumzellen häufig keine Granula und bilden in vitro niemals Verbände. Auch die granulierten Wanderzellen unterscheiden sich morphologisch und biologisch scharf von den Reticulumzellen.

Dass fixe Bindegewebszellen in dem Thymus Anlass zu den fraglichen grossen Zellen der Gewebskultur geben sollten, lässt sich auch ausschliessen. Die Bindegewebszellen oder, genauer ausgedrückt, die Fibroblasten scheinen nämlich in dem von mir angewandten Material in vitro nur geringe oder gar keine Neigung zum Auswandern zu haben. Zum Vergleich habe ich aus intramuskulärem Bindegewebe und aus Periost Kontrollkulturen angefertigt; diese Kulturen haben entweder gar keinen Auswuchs gezeigt oder aber auch sind nur einige einzelne Zellen herausgewachsen. An den Stellen in den Thymuskulturen, wo die Kapsel mit anliegendem Bindegewebe oder die Gefässadventitia vorhanden ist, kann man beobachten, wie die platten

Zellkörper der Fibroblasten und Endothelien unverändert zwischen den Fibrillenbündeln liegen, ohne jegliche Tendenz zum Wachsen oder Emigrieren. An der mit der Kapsel bekleideten Fläche bleibt also das Wachstum aus, an den Flächen dagegen, wo das Parenchym blossgelegt ist, kann es zu gleicher Zeit beträchtliche Dimensionen angenommen haben.

Dass es sich hier nicht um andere als um die eigenen Elemente des Reticulum handeln kann, tritt auch auf eine überzeugende Weise klar zutage, wenn man solche Präparate berücksichtigt, wo aus einem oder dem anderen Grunde die meisten Lymphocyten untergegangen sind und die fraglichen Elemente dann als die Hauptbestandteile des Explantates auftreten. Handelte es sich hier um andere Elemente als die des Reticulum, so müsste eine Massenvermehrung dieser anderen Elemente und gleichzeitig ein Massenuntergang der Reticulumzellen stattgefunden haben, hiervon ist jedoch weder im lebenden noch im fixierten Material die geringste Spur zu bemerken. Man sieht dagegen in derartigen Präparaten grosse charakteristische Zellenkomplexe aus den Gewebeteilen, wo nur Reticulumzellen zu finden sind, herauswachsen.

In dieser Beziehung mag auch daran erinnert werden, dass die Autoren, die ein reichliches Wachstum von Bindegewebszellen erzielt haben, z. B. Carrel und Burrows von der Thyreoidea und vom Herzen, Pappenheimer von der Milz, Zellen und Zellverbände von ganz anderem Aussehen als die hier fraglichen beschreiben und abbilden. Besonders bemerkenswert sind Carrels und Burrows' Resultate bei der Thyreoidea, wo zwei durch zeitliche und formative Eigenschaften getrennte Generationen von Zellen hervorwuchsen, die eine derselben als Bindegewebszellen, die andere als Epithelzellen gedeutet. Im Zusammenhang hiermit ist es angesichts der in letzter Zeit von Salkind gestellten Behauptung über das Vorkommen eines zweifachen Reticulums mit Elementen von

verschiedener Embryonalabstammung schliesslich nicht unnütz hervorzuheben, dass irgendwelche Zeichen von einem solchen Dualismus nicht von mir beobachtet wurden. Trotz aller Variationen in der Form und in der gegenseitigen Anordnung fraglicher Zellen haben sie doch in struktureller und biologischer Hinsicht zu viel gemeinsam, als dass das Präparat einen derartigen Verdacht aufkommen lassen könnte.

Es scheint also jeglicher Zweifel ausgeschlossen, dass die Elemente, die ich oben als Reticulumzellen beschrieben habe, tatsächlich das sind, was ihr Name besagt; ein Resultat, zu dem auch Pappenheimer bei seiner Analyse dieser Zellen gekommen ist. Nun haben sich in letzter Zeit die grössere Anzahl der Autoren über die Ansicht geeinigt, dass das Thymusreticulum ein direkter Abkömmling der ursprünglichen epithelialen Thymusanlage ist und somit aus Epithelzellen besteht. Für eine solche Auffassung scheint es nun vielleicht befremdend, was ich über das Verhalten dieser Reticulumzellen in den Kulturen berichtet habe, nämlich ihre Formveränderlichkeit, ihr amöboides Wandervermögen und ihre hiermit verbundene ausgeprägte phagocytäre Tätigkeit — alles Eigenschaften, die man von alters her vorzugsweise als die den mesodermalen Zellen eigen anzusehen geneigt war. Ein derartig entgegengesetztes Verhalten existiert indessen tatsächlich nicht. In dieser Beziehung kann ich auf einige Beobachtungen über wachsende Epidermiszellen hinweisen, die mir besonders klärend erscheinen. In Kulturen in vitro der Epidermis des Frosches zeigte es sich nämlich, dass die Zellen nicht nur in geschlossenen Gruppen wie kompakte Epithellappen hervorwuchsen, sondern dass sich von diesen Lappen einzelne Zellen losmachten und unter amöboider Bewegung, die auffallend an die der Reticulumzellen erinnerte, selbständig weiter wandern konnten. Sie rundeten sich hierbei bald zu einer sphärischen Form ab, bald verbanden sie sich netzartig mit ihren Fortsätzen mit anderen

gleichartigen Zellen, indem sie kleine Zelleninseln bildeten, die ihrerseits wieder der grösseren Zellenmasse einverleibt wurden. (Taf. 23/24, Fig. 8, die jedoch nach einem fixierten Präparat gezeichnet worden ist, wo die freiliegenden Zellen bei der Fixierung und der hiermit in Zusammenhang stehenden Manipulation leider weggespült worden sind, und nur der grössere Zellkomplex vorhanden ist.)

Wenngleich wir also im hier berührten Verhalten der Reticulumzellen einen Ausdruck für eine Fähigkeit, die wenigstens unter gewissen Umständen auch anderen Epithelzellen zukommt, zu sehen haben, so sind diese Beobachtungen doch in mehr als einer Beziehung von Wert als Erläuterung gewisser in dem fixierten Organ angetroffener Bilder, die Gegenstand verschiedener Auslegungen gewesen sind und es auch noch sind.

Die Literatur über den Thymus zeugt davon, dass man sehr oft beim Antreffen von Zellen, die ohne jeglichen Zusammenhang mit dem Reticulum frei im Parenchym vorhanden waren, geneigt war, in solchen Zellen Derivate nicht vom Reticulum, sondern von den freien Elementen des Parenchyms, den Lymphocyten, zu sehen. So sind auch die sogen. einzelligen Hassalschen Körper, die zentralen Zellen der mehrzelligen Hassalschen Körper und gewisse körnig degenerierende Reticulumzellen mehr oder weniger ausschliesslich aus dem Grund als Lymphocyten gedeutet worden. Die Erfahrung, die an den Kulturpräparaten gemacht worden ist, ergibt, dass eine derartige Folgerung der Berechtigung entbehrt; die Reticulumzellen besitzen auch die Fähigkeit, sich von Verbindungen mit umgebenden Zellen frei zu machen, ziehen ihre Fortsätze ein und nehmen den Charakter freier sphärischer Zellen an.

Andererseits verdient auch die aus den Kulturen gewonnene Erfahrung, dass sich eine derartige Zelle nach Verlauf einer kürzeren oder längeren Zeit, nach mehr oder weniger ausgedehnten Wanderungen wieder mit anderen Reticulumzellen verbinden und abermals als ein integrierender Bestandteil des

Reticulums eintreten kann, eine gewisse Beachtung. Ob und in welchem Masse analoge Verhältnisse in dem lebenden Organ normal auftreten, entzieht sich zurzeit freilich unserer Beurteilung. Ausgeschlossen kann diese Möglichkeit jedenfalls nicht werden; beim Beurteilen der Bilder im fixierten Gewebe ist es fortan nicht mit derselben Sicherheit wie bisher anzunehmen, dass das Dasein einer Reticulumzelle immer gerade an den Teil des Organs, wo wir sie angetroffen haben, gebunden war, oder wo eine Ortsveränderung stattgefunden hat, dieselbe nur den Charakter einer passiven Verschiebung getragen hat; man muss fortan bei Beurteilung der Schnittbilder mit der Möglichkeit einer aktiven Wanderfähigkeit dieser Zellen rechnen. Um ein konkretes Beispiel anzuführen: Es ist recht gewöhnlich, dass sich in dem Inneren der Thymuscysten abgerundete oder verzweigte Zellen finden, die eine mehr oder weniger unverkennbare Ähnlichkeit mit den Reticulumzellen tragen; bisher hat man angenommen, dass diese Zellen durch eine lokale Auflösung des Gewebes freigemacht worden sind. Künftighin muss man auch mit der Möglichkeit rechnen, dass eine selbständige Einwanderung derartiger Zellen vorkommt. Und findet eine derartige Wanderung auch bei den Reticulumzellen des intakten Organes statt, so muss man sich fragen, wie weit können sich diese Wanderungen erstrecken? Können fragliche Zellen die Grenzen des Organs überschreiten? Können sie unter Umständen in die Blut- und Lymphgefässe eindringen? usw. Dies alles sind Fragen, die eine erneute Revision der Schnittbilder in Hinsicht auf die aus den Gewebekulturen gewonnenen Erfahrungen erforderlich machen.

Auch der wechselnde Charakter des Zusammenschlusses dieser Reticulumzellen untereinander scheint mir hier einer Betonung wert zu sein, da Analogien in den Schnittbildern des fixierten Organs leicht anzutreffen sind. Das dichte epitheliale Zusammenschliessen innerhalb des Kulturpräparates ist offenbar ein Gegenstück zu dem epithelialen Zellenverband, der im

Thymusmark so häufig ist, unter gewissen Verhältnissen aber auch an anderen Stellen, z. B. innerhalb der sogen. Randschicht, in dem ganzen Organ bei accidenteller Involution usw. angetroffen werden kann. Die lockere reticuläre Anordnung dagegen entspricht sowohl in der Rinde als im Mark dem gewöhnlichen Verhalten des typischen Thymusreticulum. Hierbei ist es nicht ohne Interesse, dass die Zellen spontan, ohne besondere Einwirkung äusserer mechanischer Faktoren, z. B. durch Druck zwischenliegender Zellen oder dgl., eine derartige reticuläre Anordnung annehmen (Taf. 25/26, Fig. 10). Gewisse Autoren, z. B. Mietens und Maximow, neigten zu der Ansicht, dass bei der embryonal auftretenden Invasion der Lymphocyten die Zellen der bisher kompakteren epithelialen Organanlage auseinander gedrängt werden und den Charakter eines Reticulums annehmen; andere Autoren [Hammar (1905) betreffs des Menschen, Ankarsvärd und Hammar (1913) betreffs gewisser Ganoiden] haben hervorgehoben, dass bei gewissen Species die Auflockerung der Epithelzellen zu einem Reticulum frühzeitiger als die Lymphocyteneinwanderung und unabhängig von dieser stattfinden kann. Die Möglichkeit eines solchen Auseinanderwachsens der Epithelzellen durch Ausbilden gegenseitig anastomosierender Fortsätze scheint durch die eben erwähnten Bilder im Kulturpräparat bestätigt zu werden.

Einen nicht uninteressanten Beitrag zu der Charakteristik der Reticulumzellen als Epithelzellen liefert die Beobachtung, dass diese Zellen typisch bewegliche Flimmerhärchen besitzen, ja solche sogar in den Kulturpräparaten auszubilden vermögen.

Auch die bisher freilich einzig dastehende, meiner Meinung nach aber völlig sichere Beobachtung einer plasmatischen Verbindung einer typischen Myoidzelle mit einer typischen Epithelzelle, sowie von amöboiden Fortsätzen wechselnder Form von der Peripherie einer myoiden Zelle kann Interesse beanspruchen. Ginge man von der herrschenden, vielleicht doch nicht ganz unanfechtbaren Vorstellung aus, dass im ausdifferenzierten

Organismus nur zwischen nahe verwandten Zellen derartige Verbindungen eingegangen werden, so würde man vielleicht in fraglicher Beobachtung eine Stütze für die Lehre von der Verwandtschaft der myoiden Zellen mit den Reticulumzellen finden können. Aus demselben Gesichtspunkt verdient auch der Umstand, dass man niemals wirkliche plasmatische Verbindungen zwischen Reticulumzellen und Lymphocyten findet, Berücksichtigung als ein Moment, das jedenfalls nicht geeignet ist, die Ansicht von der nahen genetischen Zusammengehörigkeit dieser Zellen zu stützen.

Von besonders auffallender Natur ist die ausgeprägt phagocytäre Fähigkeit der Reticulumzellen. Rudberg hat auf Grund der Bilder nach Röntgenbestrahlung diesen Zellen zuerst eine derartige Fähigkeit zuerkannt, und seiner Auffassung haben sich andere Autoren auch betreffs des normalen Zustandes des Organs angeschlossen. Was das Kulturpräparat angeht, will es mir scheinen, als wären die Bilder in dieser Beziehung ganz besonders überzeugend. Es ist wohl wahr, dass es nicht einmal hier gelingt — wenigstens ist es mir nicht gelungen —, durch direkte Beobachtung den Vorgang der Aufnahme sicher zu verfolgen, weil hier zu viele Schwierigkeiten und Fehlerquellen vorliegen. Man erhält jedoch, wenn man sieht, dass ein Partikel, der in einem Augenblick extracellulär gelegen hat, im nächsten in dem Inneren der Reticulumzellen zu finden ist, eine hinreichende Gewissheit.

Durch diese ihre phagocytäre Fähigkeit stehen die Reticulumzellen in einem auffallenden und bemerkenswerten Gegensatz zu den Thymuslymphocyten, bei denen ich niemals Zeichen einer aktiven Phagocytose angetroffen habe. Bei dem beachtenswerten Unterschied in der Resistenz der empfindlichen, leicht degenerierenden Lymphocyten einerseits und der Reticulumzellen andererseits richtet sich im Gegenteil die Phagocytose der Reticulumzellen in hohem Grade gegen die absterbenden Lymphocyten. Ebenso wie Rudberg habe auch ich Zeichen

einer intracellulären Verdauung der in dieser Weise aufgenommenen Lymphocyten gefunden.

Von nicht unbedeutender Tragweite sowohl betreffs der Fettbildungstheorie im allgemeinen als auch mehr speziell betreffs der Frage nach den Funktionen des Thymus ist — wenn sich die aus den Kulturpräparaten gewonnene Auffassung bestätigt — der Umstand, dass die in den Reticulumzellen auftretenden Lipoidtropfen nicht phagocytoisch von aussen aufgenommen werden, sondern Produkte der eigenen Tätigkeit der Zellen sind. Es mag betont werden, dass auch Pappenheimer betreffs des Fettes der Reticulumzellen zu einer ähnlichen Auffassung seines autochthonen Entstehens gekommen ist, ja, dass er hier sogar Anhaltspunkte, die ihn eine granuläre Fettsynthese annehmen lassen, zu finden glaubte.

Ohne hier näher auf diese Frage einzugehen, möchte ich im übrigen nur daran erinnern, was vor nicht langer Zeit aus Holmströms und Harts Untersuchungen in dieser Beziehung hervorgegangen ist. Das Auftreten von morphologisch sichtbaren Lipoidtropfen in den Reticulumzellen wird von diesen Autoren als Ausdruck einer regressiven Veränderung dieser Zellen gedeutet. Die Ergebnisse der von mir vorgenommenen Färbungen — positive Scharlachfärbung und Graufärbung mit Osmium —, die geringe Anzahl und Grösse der Lipoidkörnchen in ihrem ersten Auftreten, sowie die quantitative Zunahme der Fettmenge mit steigendem Alter des Präparates, sind Erscheinungen, die dafür sprechen, dass es sich in meinen Präparaten um eine Lipoidbildung von gleicher Art handelte, wie die es war, die erwähnte Autoren in ihren Schnittpräparaten gefunden haben. Sichere Kennzeichen einer degenerativen Bedeutung der Lipoidbildung innerhalb der Zellen der Gewebekultur konnte ich allerdings nicht nachweisen.

Upsala, im Mai 1914.

Literaturverzeichnis.

1. Ankarsvärd, G. und J. A. Hammar (1913), Zur Kenntnis der Ganoidenthymus (Amia calva, Lepidosteus osseus). Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontogen. Bd. 36.
2. Burrows, N. T. (1911), The Growth of Tissues of the Chick Embryo outside the Animal Body, with Special Reference to the Nervous System. Journ. Exper. Zool. Vol. 10. Nr. 1.
3. Carrel, A. (1912), On the Permanent Life of Tissues outside of the Organism. Journ. Exper. Med. Vol. 15. Nr. 5.
4. — and N. T. Burrows (1911), 1. Cultivation of Tissues in vitro and its Technique. Journ. exper. Med. Vol. 13. Nr. 3.
5. — (1911), 2. Cultivation in vitro of the Thyroid Gland. Journ. Exper. Med. Vol. 13. Nr. 4.
6. — (1911), 3. An Addition to the Technique of the Cultivation of Tissues in vitro. Journ. Exper. Med. Vol. 14. Nr. 3.
7. Dustin, A. P. (1913), Recherches d'histologie normale et experimentale sur le thymus des Amphibiens Anoures. Arch. de biologie. T. 28.
8. — et G. Baillez (1913), Recherches sur les cultures de thymus „in vitro". Bull. de la Soc. R. des Sc. méd. et nat. Bruxelles.
9. Hammar, J. A. (1905), Zur Histogenese und Involution der Thymusdrüse. Anat. Anz. Bd. 27.
10 — (1907), Über die Natur der kleinen Thymuszellen. Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abt.
11. — (1910), Fünfzig Jahre Thymusforschung. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 19.
12. Harrison, R. G. (1910), The Outgrowth of the Nerve Fibre as a Mode of Protoplasmic Movement. Journ. Exp. Zool. Vol. 9. Nr. 4.
13. Hart, K. (1912), Thymusstudien. I. Über das Auftreten von Fett in der Thymus. Die pathologische Involution der Thymus. Virchows Arch. Bd. 107.
14. Holmström, R. (1911), Über das Vorkommen von Fett und fettähnlichen Substanzen im Thymusparenchym. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 77.

15. Maximow, A. (1909), Untersuchungen über Blut und Bindegewebe. II. Über die Histogenese der Thymus bei Säugetieren. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 74.
16. Mietens, H. (1908), Zur Kenntnis des Thymusreticulums und seiner Beziehungen zu dem der Lymphdrüsen nebst einigen Bemerkungen über die Winterschlafdrüse. Jenaische Zeitschr. Bd. 44.
17. Pappenheimer, A. M. (1910), A Contribution to the Normal and Pathological Histology of the Thymus Gland. Journ. of Med. Research. Vol. 22.
18. — (1913), Further Studies of the Histology of the Thymus. Amer. Journ. Anat. Vol. 14.
19. Régaud, Cl. et R. Crémieu (1912), Sur l'involution du thymus produite par les rayons X. Resultats expérimentaux. Deductions thérapeutiques. (Lyon. méd. T. 118. Nr. 1. Cit. n. Zentralbl. f. exper. Med.).
20. Rudberg, H. (1907), Studien über die Thymusinvolution. I. Die Involution nach Röntgenbestrahlung. Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abt.
21. Salkind, J. (1912), Sur l'organisation du thymus. Anat. Anz. Bd. 41.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 23/24.

Figg. 1—7. Nach lebendem Material gezeichnet.

Fig. 1. Partie des Lymphocytensaumes ausserhalb eines Präparates, 18 Stunden nach der Anfertigung. Reticulumzellen sind noch nicht hervorgewachsen. Links sind die hier nur skizzierten Lymphocyten in mehreren Schichten aufgelagert, rechts Lymphocyten zum Teil in kriechender Form. Die körnige Zelle ist ein eosinophiler Leucocyt. Leitz $^1/_{12}$ Hom.-Immers., Oc. I.

Fig. 2. Herauswachsende Reticulumzellen. Mehrere dieser Zellen sind temporär abgerundet. Leitz Obj. 7, Oc. I.

Fig. 3. Epithelialer Zellenverband ausserhalb dos Explantates. Ein Teil der Bilder sind wegen der Veränderlichkeit des wachsenden Gewebes nur skizziert. Leitz Obj. 7, Oc. 3.

Fig. 4. Zwei kleinere Gruppen von Reticulumzellen mit Lymphocyten. Letztere grösstenteils in beginnender Pyknose; einzelne in Wanderung begriffen. Im Protoplasma der Reticulumzellen sind teils Protoplasmakörnchen, teils Lipoidgranula, ferner phagocytierte Lymphocyten (phag.) angedeutet. Leitz Obj. 7, Oc. 4.

Fig. 5. Zwei Reticulumzellen, die eine mit kaum sichtbarem Kern. Typische lange amöboide Fortsätze. Die grössten Granula sind Lymphocytenderivate, die kleineren und gleichmässig grossen Lipoidgranula. Leitz $^1/_{12}$ Hom.-Immers., Oc. 1.

Fig. 6. Reticulumzelle mit breiten, hautähnlichen ektoplasmatischen Fortsätzen. Das Protoplasma sonst von körniger Struktur. Die Körnchen mit schärferer Kontur sind Lipoidgranula. Leitz $^1/_{12}$ Hom.-Immers., Oc. 1.

Figg. 7a und 7b. Präparat von Froschlarve. Abschnürung der Zelle a. unter Bildung eines langausgezogenen Fadens; e. eosinophiler Leucocyt. Reichert Obj. 7a, Oc. 4.

Fig. 8. Präparat von der Epidermis des Frosches, durch Osmiumdämpfe fixiert. Die Epidermiszellen wuchsen teils mit epithelialer Anordnung hervor, teils schnürten sie sich ab und wanderten aus, indem sie kleine Epithelinseln ausserhalb des Präparatrandes bildeten. Die freien verzweigten Zellen sind jedoch bei der Nachbehandlung des Präparates hinweggespült. Leitz Obj. 4, Oc. 4.

Tafel 25/26.

Sämtliche Bilder, lebendem Material entnommen, im Masstab 2 : 3 verkleinert.

Figg. 9 A—G sind eine Serie Kameraskizzen, von einer Zellengruppe im Zwischenraum von 15—25 Minuten aufgenommen; sie beleuchten die beständige Form- und Lageveränderung der Zellen. Jede Zelle ist in den verschiedenen Bildern mit dem gleichen Buchstaben signiert. Zelle h. in Fig. A. und die Zellen h. und k. in Fig. B. sind aus dem Gesichtsfeld gewandert und deshalb forthin nicht gezeichnet. In Fig. D. ist von der nahegelegenen Gewebemasse eine Zelle i. ausgewachsen, die später in allen Bildern wiederzufinden ist. Einzelne Lymphocyten, die rings um die Zellen kreisen, sind wegen der Schwierigkeit diese, ehe sich das mikroskopische Bild veränderte, aufnehmen zu können, nicht in die Skizze mit aufgenommen worden. Leitz Obj. 7, Oc. 4.

Fig. 10. Präparat von Froschlarve. Gruppe von Reticulumzellen mit ausgeprägt reticulärer Anordnung. Die Körnchen in den Zellen sind zum grössten Teil phagocytierte Lymphocyten. Reichert Obj. 7, Oc. 4.

Tafel 27.

Fig. 11. Zwei Reticulumzellen von einem in Formalin fixierten mit Hämatoxylin und Scharlach R. gefärbten Präparat. Die Lipoidkörnchen zeichnen sich rot ab, sind aber weniger scharf als gewöhnlich konturiert. Im Protoplasma zeigen sich auch einige phagocytierte Lymphocyten (phag.) mit blasserer Farbe als die der freiliegenden Lymphocyten. Leitz 1/12 Hom.-Immers. Oc. 3.

Fig. 12. Reticulumzellen von in Formalin fixiertem und mit Hämatoxylin gefärbtem Präparat. Durch Spiritusbehandlung sind die Lipoidkörnchen ausgelöst worden und haben Pseudovacuolen hinterlassen. Phagocytierte Lymphocyten; e. rotes Blutkörperchen. Leitz Obj. 7, Oc. 4.

Fig. 13. Präparat in Osmiumdämpfen fixiert. Hämatoxylin. Die Reticulumzellen bilden einen Verband von hauptsächlich epithelialem Charakter. Die scharf gefärbten kleinen Kerne gehören den Lymphocyten, die den Reticulumzellen folgen. Leitz Obj. 4, Oc. 4.

Fig. 14. Detailbild des vorigen. Der Zellenverband deutet gewissermassen eine reticuläre Anordnung an. In ein paar Zellen finden sich gefärbte Lipoidtropfen. Deutliche Protoplasmakörnchen. Die Lymphocyten liegen nicht in derselben Ebene wie die Reticulumzellen. Leitz 1/12 Hom.-Immers., Oc. 1.

Fig. 15. Präparat in Formalin fixiert. Hämatoxylin. Die Reticulumzellen wachsen teils in einer von Anfang an epithelialen Anordnung heraus (a.), teils schliessen sie sich sekundär zu einem derartigen Verband zusammen (b.).

Aus dem anatomischen Institut der Universität zu Königsberg i. P.
Direktor: Prof. Dr. E. Gaupp.

Über die

Bedeutung des Sinus cavernosus der Säuger mit vergleichend anatomischer Berücksichtigung anderer Kopfvenen.

von

Tokuichi Shindo,
Fukuoka.

Mit 38 Abbildungen im Text und 6 Figuren auf Tafel 28/33.

Einleitung.

Unter Sinus cavernosus versteht man bei den Säugern denjenigen venösen Duralsinus, der an der lateralen Seite der Sella turcica, medial vom Ganglion N. trigemini liegt und einen im wesentlichen schwammigen Bau zeigt. Im Bereiche desselben findet man die Art. carotis interna (medial), den N. abducens (in der ventralen Wand, manchmal im Sinus), den N. trochlearis (in der laterodorsalen Wand) und den N. oculomotorius (in der lateralen Wand). Welche morphologische Bedeutung der Sinus besitzt, ist noch nicht ganz klar.

Bojanus beschrieb bei Testudo europaea (d. i. Emys lutaria) einen S. cavernosus, der am hinteren Orbitalboden in einer Rinne (sog. Sulcus cavernosus) des Pterygoid liegt und den Anfangsteil seiner V. jugularis vorstellt. Rathke fasste bei den Reptilien eine paarige Vene, die am Schädelgrund der lateralen Seite des Infundibulum entlang in nasocaudaler Richtung hinzieht, als die dem S. cavernosus des Menschen entsprechende Vene auf. Grosser und Brezina haben aus dem Ergebnisse ihrer entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung über die Kopfvenen von Reptilien den S. cavernosus als Derivat des nasalen Endstückes der vorderen Cardinalvene (V. capitis medialis) aufgefasst, dagegen hat aber Salzer bei Meerschweinchen entwickelungsgeschichtlich denselben als Abkömmling der primären Abfuhrbahn des Orbitalblutes, die

in die vordere Cardinalvene einmündet, betrachtet. Mall hat im Anschlusse an Grosser und Brezina bei Menschenembryonen die gleiche Auffassung über den S. cavernosus gegeben, wie die Genannten.

In der letzten Zeit ist Gaupp auf Grund seiner Auffassung des Cavum epiptericum am Säugerschädel zu dem Schluss gekommen, dass, vergleichend-anatomisch betrachtet, der S. cavernosus ursprünglich eine orbitotemporale Vene darstellt und dass eine solche auch sein Homologon bei niederen Wirbeltieren sein muss. (In der Arbeit über den Echidna-Schädel.)

So besteht über die morphologische Bedeutung des S. cavernosus noch keine völlige Klarheit. Auf Anregung von meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. E. Gaupp, diese Bedeutung vergleichend-anatomisch klar zu legen, habe ich die vorliegende Arbeit unternommen.

Ich habe zuerst eine Anzahl der wichtigen Kopfvenen (von Säugern sowie Reptilien) zu meiner vergleichend-anatomischen Betrachtung vorgenommen und dann die spezielle Betrachtung über den S. cavernosus ausgeführt, weil ich der Meinung war, dass, wenn zuerst die morphologische Bedeutung der wichtigsten Kopfvenen vergleichend-anatomisch klar dargelegt würde, es leicht sein würde, die spezielle Frage zu beantworten.

An dieser Stelle fühle ich mich verpflichtet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. E. Gaupp, meinen verbindlichsten Dank für seine stets freundlich mir erwiesene Anleitung auszusprechen.

Königsberg i. Pr., Mai 1914.

Für meine Untersuchung habe ich je ein Wachsplattenmodell der Kopfvenen samt Chondrocranium, von einem Mausembryo (Kopflänge 6 mm), einem Eidechsenembryo (Lacerta

agilis, Kopflänge 5 mm, ganze Länge 33 mm) und einem Schildkrötenembryo (Chelone viridis, Kopflänge 7 mm, Kopfbreite 8 mm), hergestellt. Die drei Modelle werden im nachfolgenden verglichen. Ausserdem habe ich viele Serien von Säuger- sowie Reptilienembryonen mikroskopisch untersucht. Die Serien von Maus- und Kaninchenembryonen habe ich selbst im anatomischen Institut Königsberg i. Pr. angefertigt; sie sind in demselben aufbewahrt. Von den übrigen Serien, die mir zur Verfügung standen, verdanke ich die schönen Serien von Crocodilus biporcatus Herrn Geheimrat Wiedersheim in Freiburg, während Herr Geheimrat Fürbringer in Heidelberg die wertvollen Semonschen Serien von Echidna aculeata mir zu meiner Untersuchung überliess. Ich spreche hiermit beiden Herren meinen verbindlichsten Dank für ihre Freundlichkeit aus. Die übrigen Säuger- und Reptilienserien gehören Herrn Prof. Gaupp.

Säuger.

Wachsplattenmodell der Kopfvenen von einem Mausembryo. (Kopflänge 6 mm).

An diesem Modell (Taf. 28/29, Fig. 1 u. 2) habe ich absichtlich die für meinen Hauptzweck nicht so wichtige vordere Partie des Kopfes, ebenso auch einen hinteren Teil der Occipitalgegend, weggelassen. Das Venensystem, das man an diesem Modell sehen kann, ist wohl noch nicht definitiv, lässt aber eine interessante Form der Entwickelung sehen. Es folgen später immer weitere Veränderungen an verschiedenen Venenbahnen, über die ich nachher einiges berichten will. Zunächst soll das Modell einfach deskriptiv erörtert werden. Ich werde

dabei das ganze Venensystem dieses Modells in zwei Gebiete teilen, nämlich erstens die das Blut ausserhalb der Schädelkapsel abführenden Venen und zweitens die vom Schädelinnern Blut ableitenden Bahnen, und dann die Einzelheiten derselben beschreiben. Am Schlusse der Beschreibung werde ich besonders das Venensystem der Orbita kurz erwähnen, weil dasselbe ziemlich kompliziert und mit anderen Venen vielfach verbunden ist.

I. Die das Blut ausserhalb der Schädelkapsel ableitenden Venen.

Diese Venen gehören alle der Vena jugularis externa an.

1. V. facialis anterior (Taf. 28, Fig. 1).

Diese Vene leitet das Blut vom vorderen Gesichtsschädel ab. Sie fängt am äusseren (laterodorsalen) Umfang der Nasenkapsel an und verläuft schräg nach ventrocaudal. In der Regio buccinatoria zieht sie gerade nach caudal und erreicht das hintere Ende des Unterkiefers, über dessen Aussenseite hinweg verlaufend, wo sie sich mit der V. facialis posterior zu der V. jugularis externa vereinigt. Während dieses Verlaufes nimmt die V. facialis anterior viele Venen in sich auf; ihre Anfangsstrecke mag der Lage nach „V. dorsalis nasi“ heissen.

a) Der Venenplexus, den man im oberen und unteren Augenlid findet, fliesst mit einer Venenbahn am vorderen Ende der Orbita, und zwar am äusseren Umfang des Orbitalrandes des Maxillare, in die V. facialis anterior hinein. Diese Vene ist eine Anlage der V. angularis.

b) An der Aussenseite des Unterkiefers nimmt die V. facialis anterior eine Vene, die von vorn nach hinten dem unteren Rande desselben Knochens entlang verläuft, in sich auf. — V. submentalis.

c) An der eben geschilderten Vereinigungsstelle der V. facialis anterior mit der V. submentalis verbindet sich die erstere an ihrer medialen Seite mit einer Vene, welche eine Verbindung zwischen ihr und dem Sinus orbitalis inferior bildet. Diese venöse Verbindungsbahn ist schmal und lang und liegt medial vom M. masseter und vom Zygomaticum.

d) Eine grosse V. lingualis, die das Blut der Zunge und des Mundbodens abführt, strömt an dem hinteren unteren Umfang des Unterkiefers in die V. facialis anterior hinein.

e) Ein wenig caudal von der Eintrittsstelle der V. lingualis in die Hauptvene nimmt die V. facialis anterior eine V. maxillaris interna auf. Die V. maxillaris interna leitet das Blut aus dem hinteren Teil des Gaumens, dem Dach des Pharynx und dem Plexus venosus pterygoideus ab und verläuft medial vom M. pterygoideus nach ventral, tritt dann zwischen der Glandula submaxillaris und dem Angulus mandibulae hindurch und wendet sich dann dem Kieferwinkel entlang nach lateral, um schliesslich in die V. facialis anterior von medial her hineinzufliessen.

f) Zuletzt sei noch eine kleine Vene erwähnt, die sich am hinteren äusseren Umfang des Ramus mandibulae befindet. Diese Vene ist noch nicht so bedeutend wie die anderen. Sie verläuft in eben erwähnter Lage nach ventral und verbindet sich mit der V. facialis anterior.

2. V. facialis posterior (Taf. 28, Fig. 1).

Das Blut der hinteren Hälfte der Aussenseite des Schädels wird von der V. facialis posterior abgeführt. Die Vene wird durch drei Hauptvenenbahnen gebildet.

a) V. temporalis superficialis. Sie liegt an der Aussenseite des M. temporalis und ist eine ziemlich grosse Vene, welche aus der genannten Gegend Blut ableitet. Hier findet man zwei ganz verschiedene Wurzelgebiete; nämlich

erstens die Aussenseite der Temporalgegend und zweitens den im hinteren dorsalen Umfang des Bulbus vorhandenen Sinus orbitalis, durch den ein Teil des Orbitalblutes nach der V. facialis posterior abgeleitet wird. Die Hauptbahn der V. temporalis superficialis, die aus den genannten Wurzelgebieten Blut sammelt, verläuft der Aussenfläche des M. temporalis entlang nach ventrocaudal und vereinigt sich mit der im folgenden erwähnten Vene am lateralen Umfang der Zellenmasse für den zukünftigen Kiefergelenkknorpel, der sich lateral vom proximalen Teil des Meckelschen Knorpels befindet.

b) V. auricularis anterior. Man findet sie lateral von der Paukenhöhlenanlage und den zukünftigen Mittelohrbestandteilen. Diese Vene nimmt ihren Ursprung an der hinteren Partie der Parietalgegend, wo sie aus der letzteren das Blut sammelt, verläuft nasal vom äusseren Gehörgang und lateral vom Mittelohr nach nasoventral hin, und verbindet sich mit der V. temporalis superficialis, wie oben beschrieben wurde. Sobald die beiden erwähnten Venen in eine zusammenfliessen, nimmt die neue Vene gleich die

c) V. auricularis posterior auf. Die V. auricularis posterior sammelt das Blut hauptsächlich aus dem Hinterhaupt und von der Aussenseite der Labyrinthkapsel und zieht kaudal vom äusseren Gehörgang nasoventralwärts. Man sieht hier noch, dass das Blut aus der Ohrmuschelanlage in diese Vene hineinfliesst.

Die grosse Vene, welche durch die Vereinigung der Vv. facialis anterior und posterior entstanden ist, ist die V. jugularis externa (Taf. 28, Fig. 1). An der Zusammenflussstelle der beiden Venen nimmt die V. jugularis externa gleich von der lateralen Seite eine als V. cephalica erkennbare Vene auf, die der dorsalen Seite der Anlage der vorderen Extremität entlang nach proximal verläuft und den dorsalen Umfang des Schultergelenkes überschreitet. Die Hauptabflussbahn der

V. jugularis externa verläuft über die Aussenfläche der Clavicula (extraclaviculär) gegen die Brusthöhle nach central, aber ausserdem besteht noch eine dünne Vene, welche aus der Eintrittsstelle der V. cephalica in die V. jugularis externa abzweigt und innen von der Clavicula (intraclaviculär) sich befindet. Diese beiden Venen sind die Vertreter der V. jugularis externa. Sie vereinigen sich wieder, woraus sich ergibt, dass die Clavicula von einem Venenring umschlossen wird, der eine länglich-ovale Form zeigt, und dessen Längsachse sich dorsoventral richtet. An dem ventralen Ende des dünnen intraclaviculären Bogens dieses venösen Ringes fliesst noch eine Vene hinein, die dem Margo rostralis scapulae entlang quer verläuft und der Lage nach V. transversa colli heissen mag. Die V. jugularis externa vereinigt sich mit der V. jugularis interna, die im folgenden geschildert wird, zu einem Venenstamm, V. anonyma (Taf. 28 u. 29, Fig. 1 u. 2).

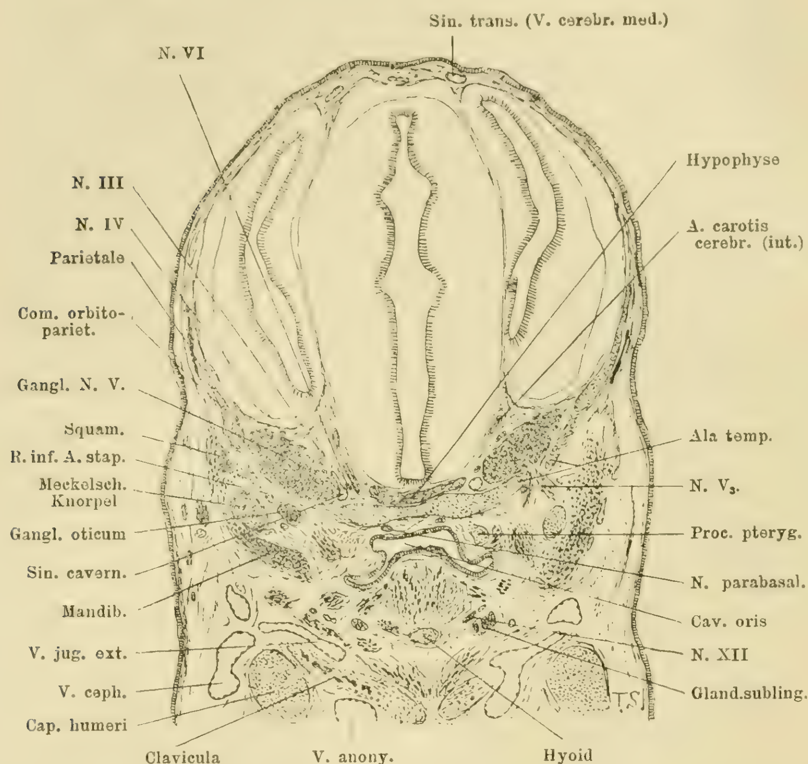
II. Die aus dem Innern des Schädels Blut ableitenden Venen.

Die V. jugularis interna, die aus zwei grossen Venen, einer V. capitis lateralis und einer V. jugularis interna im engeren Sinne, besteht, ist hauptsächlich dazu bestimmt, das Blut aus der Schädelhöhle nach aussen abzuführen.

1. V. capitis lateralis.

Die V. capitis lateralis (Taf. 28, Fig. 1) ist entwickelungsgeschichtlich sehr interessant, worauf ich später die Aufmerksamkeit lenken werde. Die Vene fängt zwischen dem Ganglion n. trigemini und der Labyrinthkapsel an und nimmt von vorn eine ventromedial von dem eben genannten Ganglion verlaufende Vene auf, die einen Teil des Blutes von der Orbita ableitet. Diese letztere Vene ist der Rest der V. capitis medialis nach Grosser (V. cardinalis anterior nach Salzer), infolgedessen mag dieser Teil noch den Namen

„V. capitis medialis" beibehalten. Da die V. capitis medialis (V. cardinalis anterior) von vielen Autoren, besonders von Salzer sowie von Grosser, entwickelungsgeschichtlich ziemlich eingehend behandelt worden ist, will ich hier nicht ihre entwickelungsgeschichtliche Bedeutung, sondern nur ihr Verhalten an dem vorliegenden Modell schildern.

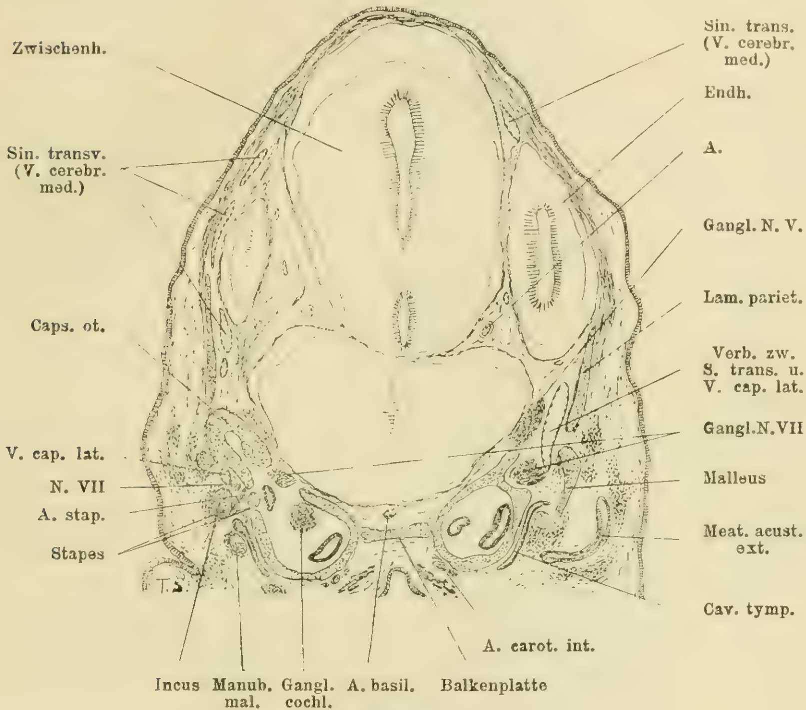


Textfigur 1.

Querschnitt des Kopfes eines Mausembryo (M. III, K. L. 6 mm), durch den hinteren Umfang der Ala temporalis. Pl. 7, R. 3, Schn. 7, Vergr. Zeiss $3:a_2$. Auf $^5/_6$ verkleinert.

Aus dem Sinus orbitalis entspringt eine Vene, die den Anfang der V. capitis medialis bildet. Diese Vene verläuft ventral vom N. opticus und medial vom N. maxillaris (V, 2) am

Orbitalboden entlang nach caudal und vereinigt sich an dem proximalen Stücke des N. maxillaris mit einer Vene, die der medialen Seite desselben Nerven entlang aus der Maxillargegend herkommt. Die V. capitis medialis (Taf. 29, Fig. 2) verläuft dann ventromedial von dem Nerven und tritt durch die



Textfigur 2.
Querschnitt des Kopfes eines Mausembryo (M. III. K. L. 6 mm) durch die Mitte der Labyrinthkapsel. Pl. 8, R. 4, Schn. 4. Vergr. Zeiss $3:a_2$. Auf $^5/_6$ verkleinert.

Fissura orbitalis superior (vor dem Processus alaris) mit demselben in das Cavum epiptericum (Gaupp) hinein. Im Cavum epiptericum zieht die Vene zuerst ventromedial, dann ventral vom Ganglion N. trigemini nach hinten. Diese ventromedial vom Ganglion liegende Strecke wird später in den Sinus cavernosus umgewandelt (Textfig. 1). Nachdem die Vene am hin-

teren Rand der Lamina ascendens alae temporalis (medial von der Incisura ovalis, durch die der N. mandibularis verläuft) caudalwärts getreten ist, geht sie nahe dem hinteren Teil des Ganglion N. trigemini in die V. capitis lateralis über.

Die V. capitis lateralis fängt an dieser Stelle an (Textfig. 2). Anfangs liegt die Vene lateral von der Commissura suprafacialis (d. h. von der Knorpelspange, die über dem N. facialis den vorderen Teil der Ohrkapsel mit dem hinteren verbindet) und medial vom Caput mallei, wo sie den N. facialis trifft, der vor ihr verläuft. Hier wendet sie ihre Verlaufsrichtung nach ventrocaudal, verläuft, den N. facialis an seiner Medialseite begleitend, an der Aussenseite der Labyrinthkapsel entlang, an dem medialen Umfang des Malleus und des Incus vorbei und zieht dann caudal vom Stapes nach hinten unten, wo sie die Art. stapedia trifft. Ihre Lage ist hier dorsocaudal vom Cavum tympani. Weiter liegt die Vene medial vom Hyale und tritt aus dem zukünftigen Foramen stylomastoideum mit dem N. facialis nach aussen heraus. Schliesslich kommt die V. capitis lateralis in den Recessus jugularis hinein, wo sie sich mit der gleich zu schildernden V. jugularis interna im engeren Sinne (d. h. mit der Hauptwurzel der definitiven V. jugularis interna) vereinigt (Textfig. 3). Am lateralen Umfang der Commissura suprafacialis nimmt die V. capitis lateralis eine Verbindungsvene von dem Sinus transversus auf, die durch einen Einschnitt, der sich dorsocaudal von der Fenestra sphenoparietalis befindet (d. h. vor der Commissura capsuloparietalis nach Voit), aus der Schädelhöhle nach aussen heraustritt (Textfig. 2).

2. V. jugularis interna im engeren Sinne (Taf. 29, Fig. 2).

Diese Vene ist eine caudale Abflussbahn des im Schädelinnern zirkulierenden Blutes und hat viele Wurzelgebiete, die ich der Reihe nach zunächst beschreiben werde.

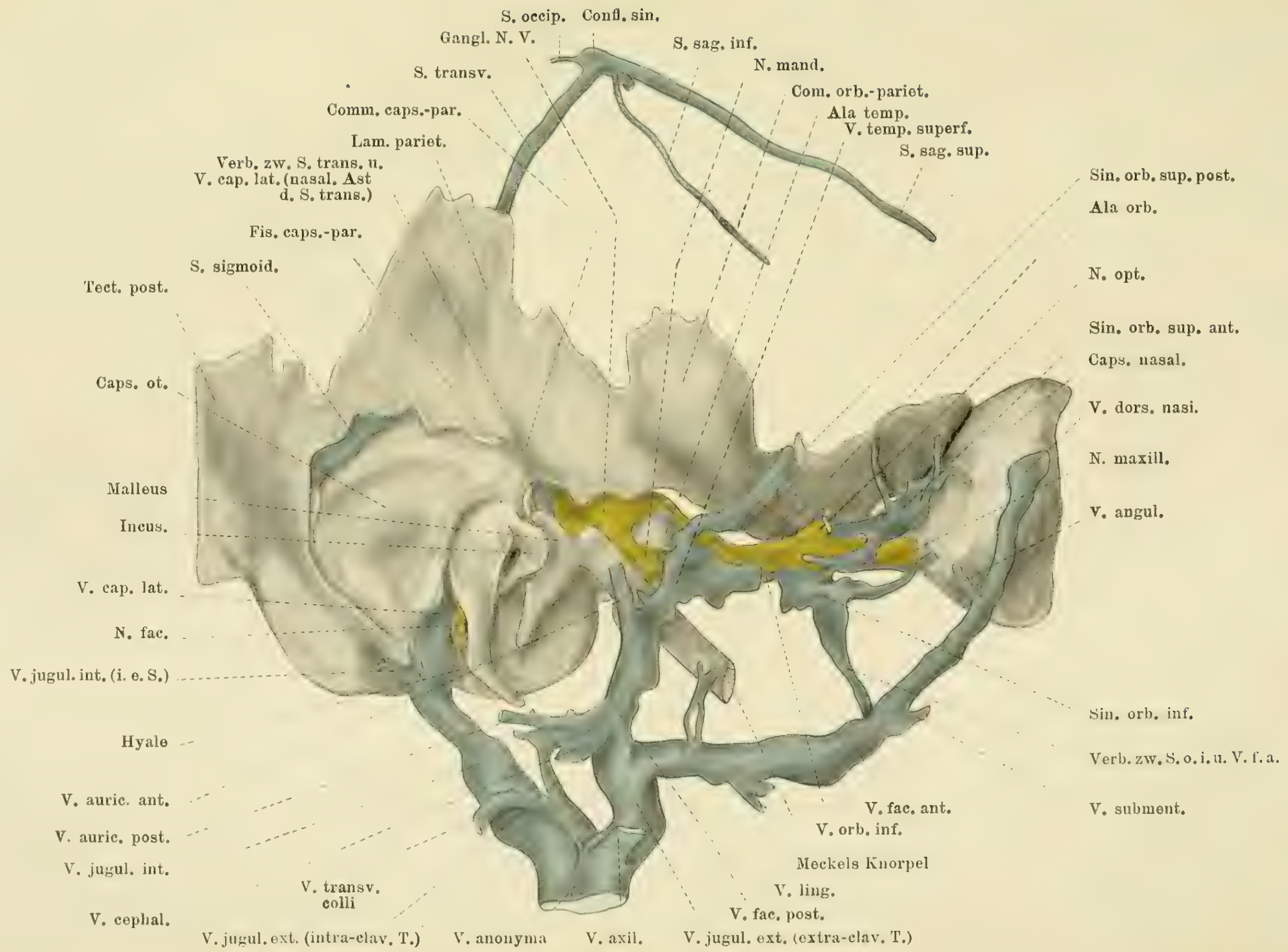


Fig. 1.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Sin. sag. sup.
Sin. sag. inf.
Verb. zw. S. trans. u. V. cap. lat. (nasal. Ast d. S. trans.)
Sin. petros. sup.
Gangl. N. V.
Com. orb.-par.
Confl. sin.
S. occip.
S. trans.
Comm. caps.-par.
Lam. pariet.
Caps. ot.
S. sigmoid.
Tect. synot.
V. cerebr. post.
Lücke f. N. fac. und Gangl. N. VIII.
For. jugulare
Fis. basicochl.
For. hypogl.
Basiocip.
V. jug. ext. (intra-clav. T.)
V. trans. colli.
V. jugul. int.
V. anonyma
V. axil.
V. ling.
V. jug. ext. (extra-clav. T.)
V. cap. med. (card. ant.)
V. maxil. int.
Sin. orb. sup. post.
Rest d. V. cerebr. ant.
Chiasma opt.
Ala orb.
Fis. orbitonas.
Fen. olfactoria
Verb. zw. d. V. f. a. u. d. S. o. i.
Sept. nasi
Cartil. parasept.
V. fac. ant.
Fos. hypophys.
V. subment.

Fig. 2.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

a) Sinus sagittalis (longitudinalis) superior. Am dorsalen Umfang der Fissura longitudinalis cerebri, die zwischen beiden Endhirnhemisphären liegt, verläuft sie von vorn nach hinten. Sie fängt schon weit vorn am Riechlappen an.

b) V. magna cerebri. Diese Vene verläuft am Dache des dritten Ventrikels nach caudal. In diese Vene fliesst das Blut aus den Seitenventrikeln von seitwärts hinein.

c) V. ventricularis. Diese Vene sammelt das Blut aus dem Plexus chorioideus des Seitenventrikels und verläuft zwischen dem Zwischenhirn und dem hinteren Lappen des Endhirns nach dorsocaudal.

Die drei eben geschilderten Venen vereinigen sich schliesslich in einen Confluens sinuum am hinteren Umfang des Endhirns und zwar dorsal von der Glandula pinealis.

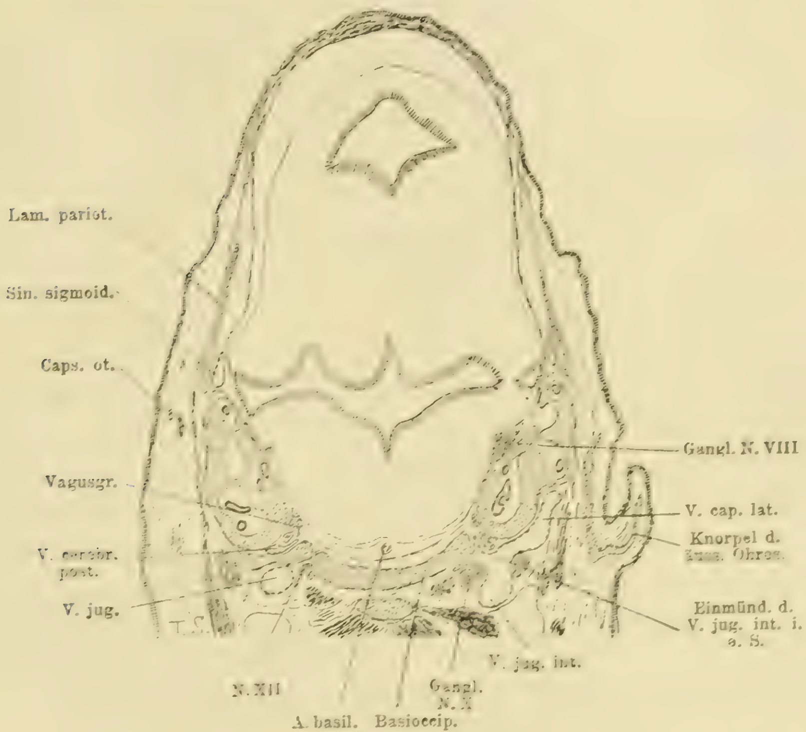
d) Sinus transversus. Aus dem Confluens sinuum entspringt nach beiden Seiten der Sinus transversus, der um das caudale Ende der Endhirnhemisphäre herum nach ventral zieht. In seinem Verlaufe nimmt der S. transversus auf: α) die venösen Bahnen aus dem Zwischenraum, der sich zwischen dem Zwischenhirn und dem hinteren Teil des Endhirns befindet, β) die venösen Bahnen aus der lateral von dem Infundibulum sich befindenden Fossa, die der Übergangsstelle des Infundibulum in das Endhirn entspricht. (Für diese Fossa finde ich keinen Namen, doch wird sie nachher in meiner Beschreibung sehr oft Erwähnung finden, infolgedessen möchte ich ihr den Namen „Fossa infundibulohemisphaerica“ geben.) Die in dieser Fossa infundibulohemisphaerica (für Arterie und Vene wichtige Stelle) liegende Vene bekommt hier eine Vene, die durch das Foramen opticum mit dem N. opticus in die Schädelhöhle hineintritt. An der Innenfläche der Lamina parietalis wird der Sinus transversus weiter und nimmt eine von caudal kommende Vene auf. Gerade von hier an nach proximal erweitert sich der Sinus transversus sinuös

und zeigt zugleich vielfache Inselbildungen. Dann teilt er sich in zwei Arme. Der vordere Arm verläuft der Commissura capsuloparietalis (Voit) entlang nach nasal und tritt durch einen Einschnitt, der sich vor der Commissura capsuloparietalis befindet, aus der Schädelhöhle heraus, wo er, nachdem er den laterocaudalen Umfang des Ganglion N. trigemini umgriffen hat, in die V. capitis lateralis hineinfliesst (Textfig. 2). Dieser Arm bildet eine Verbindungsbahn zwischen dem S. transversus und der V. capitis lateralis, durch die ein Teil des Blutes des Schädelinnern nach aussen fliesst. Der hintere Arm verläuft am inneren Umfang der Fissura capsuloparietalis (Voit), der Prominentia semicircularis anterior entlang nach caudal (Textfig. 3), biegt dann dem oberen Rande der Labyrinthkapsel entsprechend nach ventral um und zieht medial von der Fissura metotica an der Prominentia semicircularis posterior und der Prom. utriculoampullaris inferior entlang zu dem Foramen jugulare. Er nimmt da, wo er ventralwärts umbiegt, eine grosse Vene (V. cerebralis posterior) auf, welche an dem Tectum posterius verläuft und aus dem Rautenhirn und dem Plexus chorioideus ventriculi IV Blut ableitet. Der eben geschilderte hintere Arm repräsentiert den Sinus sigmoideus.

Durch das Foramen jugulare tritt der Sinus sigmoideus mit der Vagusgruppe an die Aussenseite des Schädels als V. jugularis interna (im engeren Sinne) heraus und verbindet sich im Recessus jugularis mit der V. capitis lateralis, woraus die V. jug. interna (im weiteren Sinne) entsteht (Textfig. 3). Die kleinen Venenbahnen, welche sich an der Dorsalfläche der Basalplatte befinden, suchen ihren Abfluss einerseits in die V. jugularis interna und andererseits in den Plexus venosus spinalis. Wir finden ferner aussen von der Fissura basicochlearis eine Vene, die aus den Venen an der Ventralfläche der Basalplatte und der Halswirbel Blut in die V. jugularis

interna ableitet. Die V. jugularis interna bildet an ihrer Austrittsstelle nach medial von der Vagusgruppe eine Ausbuchtung.

Aus dem Confluens sinum entsteht als direkte Fortsetzung eine kleine Bahn, die in der dorsalen Mittellinie des Zwischen-



Textfigur 3.

Querschnitt des Kopfes eines Mausembryo (M. III. K. L. 6 mm) durch die Mitte der Labyrinthkapsel. Pl. 10, R. 2, Schn. 3. Vergr. Zeiss 3 : a_2. Auf $^5/_6$ verkleinert.

hirns sowie des Mittelhirns nach caudal verläuft. Schliesslich verschwindet sie in den dorsal vom Hinterhirn sich befindenden Venenplexus.

Am Halse verläuft die V. jugularis interna lateral vom Kehlkopf, medial den Vagus und die Art. carotis begleitend, nach

caudal und vereinigt sich am dorsalen Umfang der Clavicula mit der V. jugularis externa, wodurch die V. anonyma entsteht. Die V. axillaris fliesst an dieser Stelle auch in dieselbe hinein. Das venöse Blut aus dem Kehlkopf wird von der V. jugularis interna abgeleitet.

Eine Strecke der V. capitis medialis (card. ant.), die im Cavum epiptericum liegt und später zum Sinus cavernosus wird, hat innige Beziehung zu dem Ganglion N. trigemini. Diese Beziehung dürfte die primäre sein, wie nachher zu behandeln sein wird.

Die Orbitalvenen (Tafel 28, Fig. 1).

In der Orbitalhöhle findet man ein ziemlich kompliziertes sinuös gebildetes Venensystem.

1. Sinus orbitalis superior posterior. Er befindet sich am dorsocaudalen Umfang der Orbita und sein Blut wird in die V. temporalis superficialis abgeleitet.

2. Sinus orbitalis superior anterior. Am dorsonasalen Umfang der Orbita finden wir einen Sinus, der sinuös und plexusartig kompliziert ist. Derselbe erstreckt sich vor dem M. obliquus superior, dem M. rectus internus und dem M. obliquus inferior nach ventral, und sein Blut wird mittels der V. capitis medialis (card. ant.) nach caudal abgeleitet. Man findet hier noch eine grosse Verbindung mit ihm und dem Sinus orbitalis inferior.

3. Sinus orbitalis inferior. Die eben genannte Verbindung zwischen dem Sinus orbitalis inferior und dem S. orbitalis superior anterior liegt zwischen dem M. rectus inferior und dem N. maxillaris (V, 2); durch sie wird ein Teil des Blutes aus dem Sinus orbitalis inferior in die V. capitis medialis (card. ant.) abgeführt. Ferner erstreckt sich eine Vene aus dem lateralen Teil des S. orbitalis inferior nach ventral. Dieselbe ist lang und schmal, verläuft medial vom Zygomaticum und vom M. masseter nach ventronasal und fliesst in die V.

facialis anterior hinein. Ausserdem gibt es noch eine kleine Verbindung zwischen dem Unterorbitalsinus und der V. infraorbitalis. Die V. infraorbitalis verläuft mit dem N. maxillaris nach caudal und leitet das Blut aus dem lateralen Teil der Nasenhöhle und der Oberkiefergegend ab. Sie fliesst schliesslich am Orbitalboden in die V. capitis medialis (card. ant.) hinein. Die venöse Bahn aus dem Gaumen verbindet sich ebenfalls mit der V. capitis medialis (card. ant.). So hat die V. capitis medialis (card. ant.) — wenn sie auch später ihre Form verändert — für die Blutableitung aus der Orbita eine grosse Bedeutung.

Entwickelungsgeschichtliche und vergleichend-anatomische Betrachtung über die Kopfvenen der Säuger.

Das Venensystem an dem oben beschriebenen Wachsplattenmodell des Mausembryo (Taf. 28 u. 29, Figg. 1 u. 2) ist noch nicht definitiv; infolgedessen treten später an verschiedenen Gebieten Formveränderungen desselben auf, woraus die definitive Form der Kopfvenen entsteht. Ich werde im folgenden zunächst die Untersuchungsbefunde der Kopfvenen bei einem älteren Mausembryo (Kopflänge beträgt 9,5 mm), bei dem, wie es mir scheint, die Kopfvenen schon im wesentlichen ihre definitive Form haben, erwähnen.

Kopfvenen eines älteren Mausembryos (K. L. 9,5 mm).

Im Gebiete der V. jugularis externa hat eine Entwickelung neuer Venenbahnen infolge der Ausbildung des Gesichtsteils vielfach stattgefunden. Die V. facialis anterior fängt mit

der V. dorsalis nasi an, die an der Naht des Nasale und des Prämaxillare nach caudal verläuft, wie an dem Modell zu sehen war. Die V. angularis geht an dem vorderen Augenwinkel von der V. facialis anterior aus und verläuft zunächst an der der Orbita zugekehrten Wand der knorpeligen Nasenkapsel, dann dem Arcus supraorbitalis des Frontale entlang (dem Fornix conjunctivae superior entsprechend) nach caudal; diese Partie ihres Verlaufes mag die V. marginis orbitalis superior heissen. Die V. facialis anterior zieht an der lateralen Seite des Maxillare und des M. masseter nach ventrocaudal, wo sie die V. labialis superior und die V. labialis inferior, die an dem früheren Modell noch nicht sichtbar waren, aufnimmt. Am lateralen Umfang des Angulus mandibulae nimmt sie die V. lingualis, in die das Blut aus der Zunge und dem Mundboden hineinfliesst, und die sich mit der V. submentalis vereinigt, sowie die V. submaxillaris auf.

Die V. alveolaris superior, die aus dem Oberkieferteil Blut sammelt, geht mit dem N. maxillaris (V, 2) zusammen an den Orbitalboden, wo sie ihren Verlauf nach laterocaudal richtet und die V. palatina anterior aufnimmt. Nun finden wir am vorderen Umfang der Orbita einen grossen Venensinus, der sich vor und medial von dem M. obliquus superior, dem M. rectus internus und dem M. obliquus inferior befindet (S. orbitalis ventralis anterior). Die den N. maxillaris begleitende Vene verbindet sich natürlich mit dem Sinus orbitalis ventralis anterior. Derselbe vereinigt sich auch nach dorsal mit der V. angularis. Man findet ausserdem noch eine Verbindungsbahn, die durch die Fissura orbitonasalis hinzieht, zwischen dem Orbitalvenensystem und den Venen auf der Siebbeinplatte.

Aus dem S. orbitalis ventralis anterior entspringen zwei grosse Bahnen, von denen sich die eine lateral vom N.

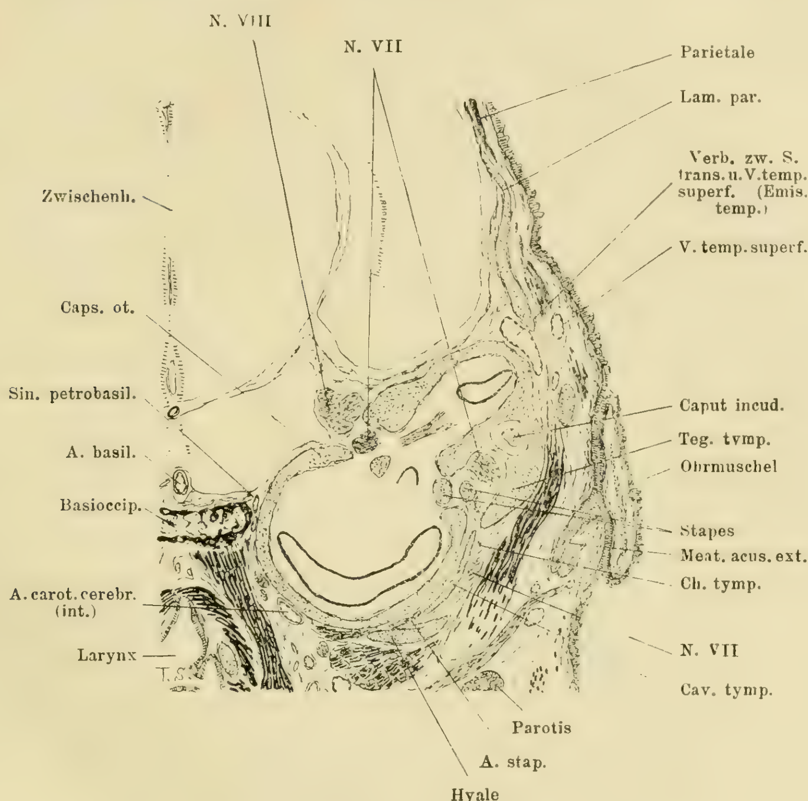
maxillaris, ventral vom M. rectus inferior, und die andere medial vom N. opticus (von dem geraden Augenmuskel getrennt) nach caudal begibt. Am ventralen Umfang des Foramen opticum verbinden sie sich miteinander, woraus wieder ein ansehnlicher Sinus entsteht. Von dem neu entstandenen Sinus (dem S. orbitalis inferior) gehen wieder drei Bahnen aus. Die erste Bahn tritt mit dem N. opticus zusammen durch das Foramen opticum in die Schädelhöhle hinein und verbindet sich mit der Hirnvene (der zukünftigen V. collateralis cerebri), die in der Fossa infundibulohemisphaerica liegt. Die zweite Venenbahn liegt ventral vom N. opticus und geht mit dem N. maxillaris durch die Fissura orbitalis superior in die Schädelhöhle, und zwar in das Cavum epiptericum hinein, wo sie sich am medialen Umfang des Ganglion N. trigemini befindet und später zum Sinus cavernosus wird. Die letzte, dritte Bahn geht lateral vom N. maxillaris aus dem S. orbitalis inferior hervor und verläuft an der medialen Seite des M. temporalis anterior nach ventral. An dieser Stelle nimmt sie zunächst die V. palatina posterior auf, die von dem Venenplexus an dem hinteren Teil des Gaumens ausgeht und medial vom M. pterygoideus internus verläuft, und dann eine Vene aus der V. marginis orbitalis inferior (die ich später erwähnen werde), welche medial vom Zygomaticum und M. masseter nach ventral zieht. Die Hauptfortsetzung der dritten Venenbahn verläuft alsdann zwischen dem M. pterygoideus internus und dem Ramus mandibulae nach caudal, wo sich die V. alveolaris inferior, die in dem Kieferkanal medial vom Meckelschen Knorpel verläuft, mit ihr vereinigt, und fliesst schliesslich am hinteren Umfang des Kieferastes in die V. marginis orbitalis inferior hinein. Diese dritte Vene mag die V. maxillaris interna heissen. Sie bildet in der Pterygoidalgegend einen Venenplexus (Plexus pterygoideus), von dem eine Verbindungsbahn zum Sinus cavernosus hingeht.

Auch das Blut von dem Venenplexus, der zwischen dem M. temporalis und dem M. pterygoideus sich befindet, ergiesst sich in die V. maxillaris interna.

Der Sinus orbitalis ventralis anterior erstreckt sich nach lateral bis zum unteren Orbitalrand des Processus zygomaticus des Maxillare. Dann biegt die Venenbahn an der Stelle nach caudal um, wo die V. marginis orbitalis inferior anfängt. An dieser Umbiegungsstelle wird, wie schon erwähnt, eine Vene nach ventral abgeschickt, die medial vom M. masseter und vom M. temporalis anterior nach ventrocaudal verläuft und sich mit der Vene (V. maxillaris interna) aus der hinteren Partie des Sinus orbitalis inferior vereinigt. Die V. marginis orbitalis inferior zieht am unteren Orbitalrand (Proc. zygomaticus des Maxillare und Zygomaticum) entlang nach caudal und kommt am hinteren Umfang der Orbita mit der V. marginis orbitalis superior, die nach ihrem Verlauf am oberen Orbitalrand den hinteren Umfang der Orbita umziehend nach ventral herabsteigt, in einer grossen Vene zusammen. Diese so entstandene grosse Vene zieht lateroventral vom Unterkiefergelenk und lateral vom M. masseter nach ventrocaudal, wobei die oben geschilderte V. maxillaris interna von ihr aufgenommen wird, und vereinigt sich schliesslich am lateroventralen Umfang des Kieferwinkels mit der V. facialis anterior.

V. temporalis superficialis. Die V. temporalis superficialis fängt aus dem S. transversus in der Schädelhöhle an. Sie tritt durch den vorderen Endteil des Foramen jugulare spurium (Fischer; Fissura capsuloparietalis n. Voit) aus der Schädelhöhle heraus (Textfig. 4) und begibt sich an der lateralen Seite der Commissura capsuloparietalis (Voit) nach ventrocranial. Ferner verläuft sie über das Cavum tympani, an dem lateralen Umfang des Malleus und des vorderen Bogens des Tympanicum vorbei, nasal vom äusseren Gehörgang und vom caudalen Umfang des Kieferastes nach ventral, um sich endlich mit der V. facialis anterior zu vereinen.

Die V. auricularis anterior leitet hauptsächlich aus der Parietal- und Präauriculargegend Blut ab. Sie verläuft lateral von der eben geschilderten V. temporalis superficialis parallel mit derselben vor dem äusseren Gehörgang nach ven-



Textfigur 4.

Querschnitt des Kopfes eines Mausembryo (M. VII, K. L. 9,5 mm) durch die Mitte der Labyrinthkapsel. Pl. 15, R. 2, Schn. 1. Vergr. Zeiss 3 : a_2. Auf $^5/_6$ verkleinert.

tral und tritt schliesslich ein wenig caudal von der Eintrittsstelle der V. temporalis superficialis in den Hauptvenenstamm hinein. Wir können in gleicher Weise eine V. auricularis posterior konstatieren, die an der Occipitalgegend ihren

Ursprung hat und hinter dem äusseren Gehörgang nach ventral verläuft. Die eben beschriebenen drei Venen gehören zum System der V. facialis posterior.

Ausserdem haben wir noch eine wichtige Vene, die ausserhalb des Schädels liegt. Sie stammt aus dem Venenplexus des Pharynxdaches (an der ventralen Seite des Balkenplatten-Anteils der Schädelbasis). Sie verläuft caudal vom Palatinum und Pterygoideum, und zwar in der Plica pharyngopalatina (aus diesem Gebiet Blut sammelnd) schräg nach lateral, an dem hinteren Umfang der Mm. pterygoidei vorbei und tritt in den Hauptvenenstamm (V. maxillaris interna), ventral den Meckelschen Knorpel umgehend, hinein. An dieser Stelle besteht zwischen ihr und dem Sinus cavernosus eine grosse Verbindung, die zwischen der Pars cochlearis der Ohrkapsel und dem Processus alaris, lateral von der Commissura alicochlearis (Voit), liegt.

Es ist jetzt meine Aufgabe, die Venen in der Schädelhöhle zu erwähnen. Der Sinus sagittalis superior liegt der Länge nach am dorsalen Umfang der Fissura longitudinalis cerebri. Die V. magna cerebri leitet aus dem Plexus chorioideus ventriculi III und aus den Seitenventrikeln das Blut ab. Die beiden geschilderten Bahnen vereinigen sich am hinteren Umfang des Endhirns miteinander, und zwar am dorsalen Umfang der Glandula pinealis, woraus der Confluens sinuum entsteht. Die Glandula pinealis sinkt geradezu in diesen Venensinus ein. Caudal von der Glandula pinealis geht der Sinus transversus an beiden Seiten nach lateral aus dem Confluens sinuum heraus. Nach caudal gibt es auch eine kleine longitudinale venöse Bahn, als direkte Fortsetzung des S. sagittalis superior, die in der dorsalen Mittellinie des Mittelhirns (in der Rinne zwischen den beiderseitigen Vierhügeln) caudalwärts zieht. Endlich kann man schon die Anlage des Sinus sagittalis inferior in dem Venennetz der Fissura longi-

tudinalis cerebri, das in die V. magna cerebri hineinmündet, wahrnehmen.

Der Sinus transversus verläuft um den hinteren Umfang des Endhirns herum nach lateroventral und erreicht den caudalen Teil der Labyrinthkapsel. An der Labyrinthkapsel teilt er sich in zwei Arme. Von diesen tritt der vordere, wie schon oben bemerkt, durch das Foramen jugulare spurium aus der Schädelhöhle heraus (Textfig. 4) und wird zur V. temporalis superficialis, der hintere verläuft zuerst am dorsocaudalen Umfang der Ohrkapsel caudalwärts, wobei er mit seinem lateralen Umfang der Lamina parietalis anliegt und an seinem medialen Umfang von einer Knorpelleiste bedeckt wird, die über ihm aus der Parietalplatte hervorgeht und mit freiem ventralen Rande aufhört; alsdann begibt er sich am dorsocaudalen und ventralen Umfang der Labyrinthkapsel (Prominentia semicircularis anterior, Prominentia cruralis communis und Prominentia utriculoampullaris inferior) zu dem Foramen jugulare. Der letztere Arm ist der Sinus sigmoideus. Zwischen dem S. sigmoideus und dem S. transversus findet man noch eine Anastomose, die an dem caudalen Ende des eben geschilderten medialwärts offenen Knorpelkanales in den S. sigmoideus hineintritt. Also hat der S. sigmoideus hier zwei Wurzeln aus dem S. transversus, die eine, die in dem Knorpelkanal, und die andere, die dorsal von demselben verläuft. Der S. sigmoideus tritt durch das Foramen jugulare lateral von der Vagusgruppe aus dem Schädelinnern nach aussen und wird zur V. jugularis interna. Nahe an der oben erwähnten Teilungsstelle des S. transversus treten die Venen, die dorsal vom Kleinhirn verlaufen, in denselben hinein. Der S. sigmoideus nimmt die Bahnen, welche aus dem Plexus chorioideus ventriculi IV und dem Nachhirngebiet Blut ableiten, auf. Wir finden ausserdem noch an der Dorsalfläche des Basioccipitale ein Venennetz, das sich gleichfalls mit dem S. sigmoideus

verbindet. Aus diesem Basalnetz entstammt einerseits eine Vene, die durch den Canalis N. hypoglossi mit dem gleichnamigen Nerven zusammen aus der Schädelhöhle heraustritt, wo sie in die V. jugularis interna hineinfliesst (V. condyloidea); andererseits geht von ihm durch das Foramen occipitale magnum hindurch eine Verbindungsbahn zu dem basalen Venennetz und dem Plexus venosus spinalis.

Wie verhält sich der S. cavernosus? Wie schon gesagt, finden wir zwischen dem Venensystem der Orbita und dem des Schädelinnern zwei Venenbahnen. Die eine von ihnen, die mit dem N. opticus in die Schädelhöhle hineintritt, zerfällt in der Umgebung des Chiasma opticum; sie verbindet sich mit der Vene in der Fossa infundibulohemisphaerica und auch mit dem S. cavernosus; sonst hat sie keine besondere Beziehung zu dem letzteren. Die andere tritt mit dem N. maxillaris durch die Fissura orbitalis superior in die Schädelhöhle (Cavum epiptericum) hinein, liegt in diesem Raum medial vom Ganglion N. trigemini und lateral von der Sella turcica, und löst sich hier plexusartig auf. Dieses Geflecht wird zum Sinus cavernosus. Zwischen den beiderseitigen schwammigen Sinus findet man deutliche Verbindungsbahnen, die aber nicht sehr ansehnlich sind (Sinus intercavernosus anterior und Sinus intercavernosus posterior). Der Sinus cavernosus erstreckt sich nach caudal und tritt, von ventral das Ganglion N. trigemini umgehend, zwischen Labyrinthkapsel und Proc. alaris abermals aus der Schädelhöhle, um sich zur V. maxillaris interna zu begeben. Wir finden auch an der lateralen Seite des Ganglion N. trigemini eine kleine Vene, aber sie ist nur bis zur Austrittsstelle des N. facialis verfolgbar.

Aus dem hinteren Teile des S. cavernosus gehen zwei Venenbahnen nach caudal heraus (Sinus petrosus superior und Sinus petrobasilaris). Der S. petrosus

superior verläuft medial vom Ganglion N. trigemini an dem dorsomedialen Umfang der Labyrinthkapsel (Pars cochlearis) entlang nach caudal und tritt in die Übergangsstelle des S. transversus und des S. sigmoideus hinein; er ist zweifellos eine sekundär entstandene Bahn. Der S. petrobasilaris zieht an der Grenzlinie zwischen dem Basioccipitale und der Labyrinthkapsel (Pars cochlearis) nach caudal, vereinigt sich aber nicht in der Schädelhöhle mit dem S. sigmoideus, sondern tritt durch ein Loch, welches am hinteren Ende der Fissura basicochlearis liegt, und in das die Fenestra cochleae ausmündet, aus der Schädelhöhle heraus, um sich ausserhalb des Schädels mit der V. jugularis interna zu vereinigen. Das Foramen jugulare liegt caudal, durch eine Knorpelspange von dem eben geschilderten Loch getrennt. Die Vene des Labyrinthkapselinnern, die durch die Fenestra cochleae neben dem perilymphatischen Sack heraustritt, fliesst in den S. petrobasilaris hinein. Zwischen dem S. petrobasilaris und dem Venenplexus an der Dorsalfläche des Basioccipitale findet man viele Verbindungen. Das Blut aus der Knochensubstanz des Basioccipitale selbst fliesst ebenfalls in den S. petrobasilaris hinein.

Wenn man jetzt die eben als definitiv geschilderten Venenanordnungen des Kopfes vom Mausembryo (K.-L. 9,5 mm) mit denen am Plattenmodell (vom K.-L. 6 mm betragenden Mausembryo) vergleicht, so findet man an vielen Punkten verschiedene Veränderungen, von denen ich an dieser Stelle nur einige bedeutend auffallende besprechen möchte. In dem älteren Stadium ist die V. capitis lateralis schon fast ganz verloren gegangen, infolgedessen hat der Abfluss des Orbitalblutes nach hinten sehr gelitten, aber anstatt dessen sind die Abflüsse des Orbitalblutes nach anderen Richtungen, nämlich nach der V. facialis anterior und der V. maxillaris interna, vollständig entwickelt. Dass aber auch der Abfluss des

Orbitalvenenblutes nach dem S. cavernosus bestehen bleibt, geht daraus hervor, dass die primären Abflussbahnen nach diesem Sinus hin unverändert erhalten sind. Der S. petrosus superior und der S. petrobasilaris sind als sekundäre Bildungen entwickelt. An Stelle des verloren gegangenen Abflusses in die V. capitis lateralis hat der S. transversus eine neue Abflussbahn durch die Fissura capsuloparietalis (Foramen jugulare spurium) in die V. temporalis superficialis erworben. Rathke hat in früherer Zeit das Emissarium temporale als alleinige primäre Abflussbahn des Blutes der Schädelhöhle betrachtet, was aber, wie schon Salzer bemerkt hat, unrichtig ist. An den Venen der Dura mater finde ich keine wesentlichen Veränderungen.

Die Veränderungen im Gebiete der V. jugularis externa will ich an dieser Stelle nicht besonders behandeln.

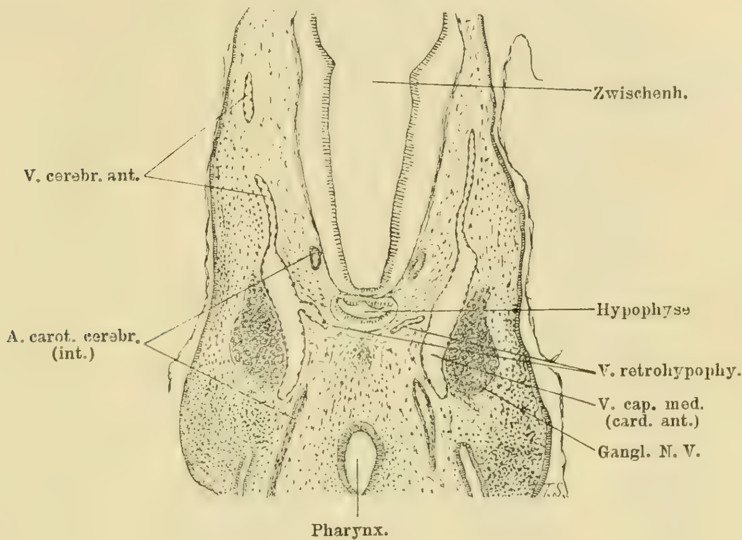
Mit dem Gesagten sind einige der hauptsächlichsten embryonalen Umwandlungen des Kopfvenensystems der Maus geschildert; doch sind die besprochenen Tatsachen nicht ausreichend, um als Grundlage für weitere vergleichende Betrachtungen zu dienen. Infolgedessen führe ich im folgenden einige meiner Beobachtungen über die Entwickelung der Kopfvenen von Kaninchen an, aus denen sich sichere Anhaltspunkte für die morphologische Deutung der Kopfvenen bei den Mäusen und anderen Säugern gewinnen lassen. Sie schliessen sich an die von Salzer beim Meerschweinchen gemachten Beobachtungen an.

Entwickelung der Kopfvenen beim Kaninchen.

Kaninchen Nr. K. I. (K.-St.-L. 8,5 mm, N.-Sch. 7 mm.)

Der Befund bei diesem Kaninchen ist dem von Salzer in Fig. 2 abgebildeten Zustand fast gleich. Die V. capitis medialis (card. ant.) (Textfig. 5) fängt mit zwei Wurzeln an, von denen sich die eine an der lateralen Seite des End- und

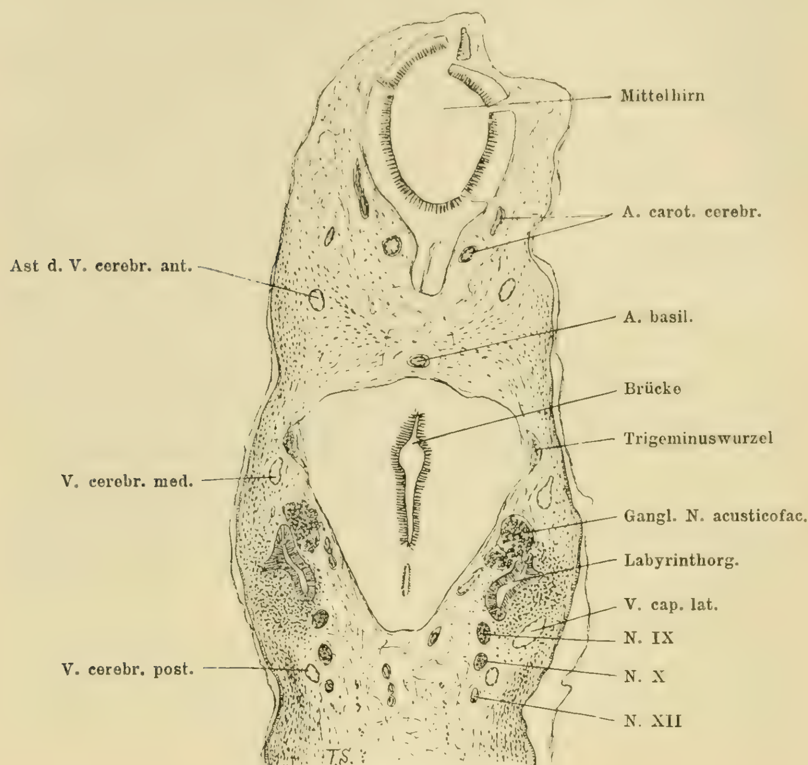
Zwischenhirns (V. cerebralis anterior), und die andere ventral von der Augenblase (V. orbitalis inferior) befindet. Die V. orbitalis inferior erweitert sich am Anfangsgebiet sinuös und verläuft nicht dorsal vom Augenstiel, wie Salzer gezeichnet hat, sondern ventral von demselben, caudalwärts. Die V. cerebralis anterior besteht nicht nur aus einer venösen Bahn,



Textfigur 5.
Durchschnitt des Kopfes eines Kaninchenembryo (K. I. N. Sch. L. 7 mm, K. St. L. 8,5 mm) Pl. 6, R. 1, Schn. 2. Vergr. 3:a_2. Auf $^5/_6$ verkleinert.

sondern aus vielen. Die beiden oben erwähnten Venen vereinigen sich miteinander an dem caudalen Umfang der Augenblase (lateral von der Plica encephali ventralis) zu einer Vene, die sich medial vom Ganglion N. trigemini nach caudal begibt. Es ist dies die „V. cardinalis anterior“ nach Salzer, die V. capitis medialis nach Grosser (Textfig. 5). Salzer hat die hier mit dem Namen V. cerebralis anterior bezeichnete Vene als den Hauptstamm der V. capitis medialis (card. ant.)

und die Orbitalvene als einen Nebenast derselben aufgefasst, wie mir scheint nicht zutreffend, denn meines Erachtens muss nach dem Entwickelungsmodus des Gehirns die V. orbitalis inferior als Hauptstamm, und die V. cerebralis anterior als



Textfigur 6.

Durchschnitt des Kopfes eines Kaninchenembryo. (K. I, N. Sch. L. 7 mm. K. St. L. 8,5 mm.) Pl. 4, R. 3, Schn. 9. Vergr. Zeiss $3:a_2$. Auf $^5/_6$ verkleinert.

Nebenast betrachtet werden. Dann wendet sich die V. capitis medialis zwischen dem Ganglion N. trigemini und dem Ganglion des N. acusticofacialis nach lateral, wo sie eine Vene, die an der lateralen Seite des Mittelhirns und an dem nasolateralen

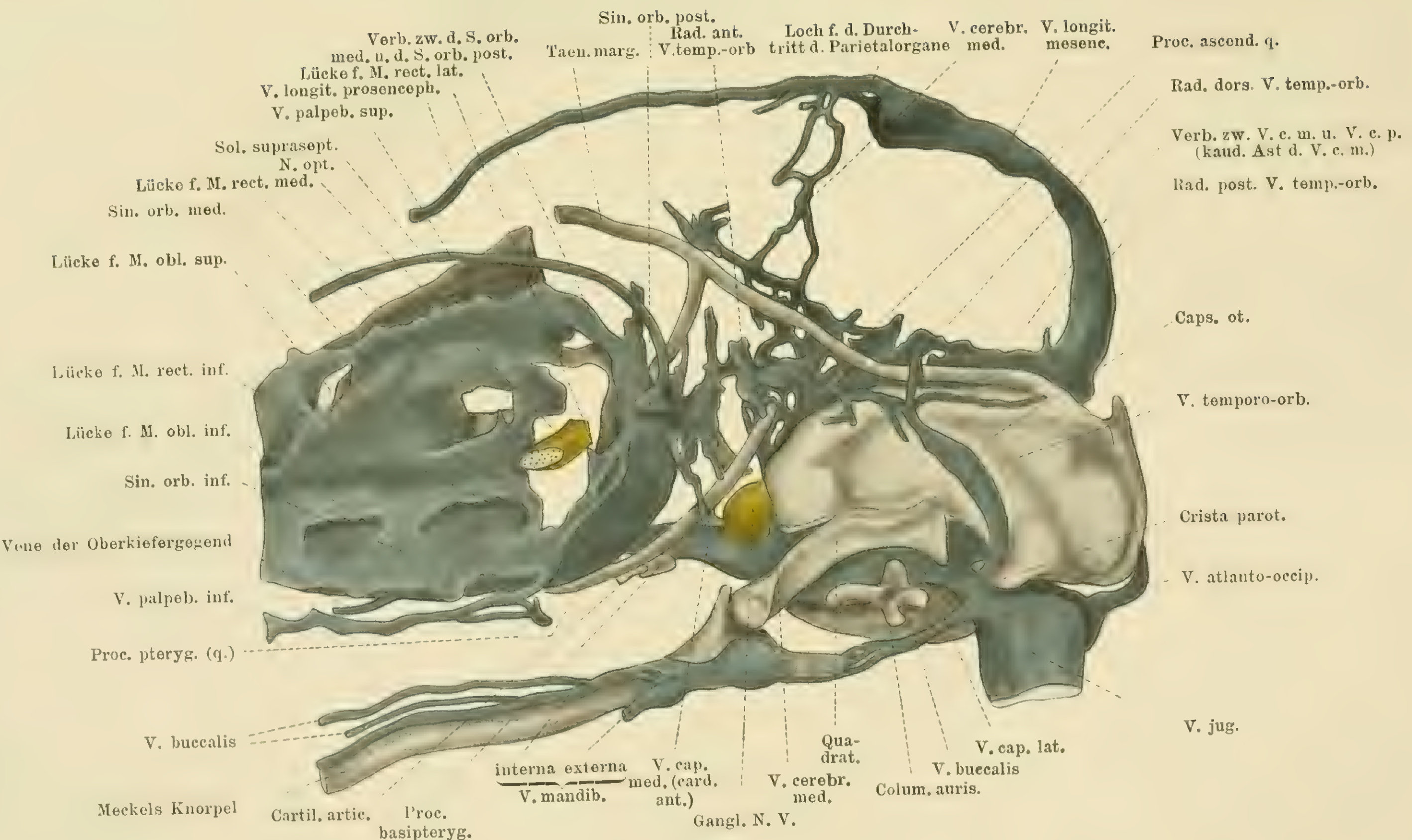
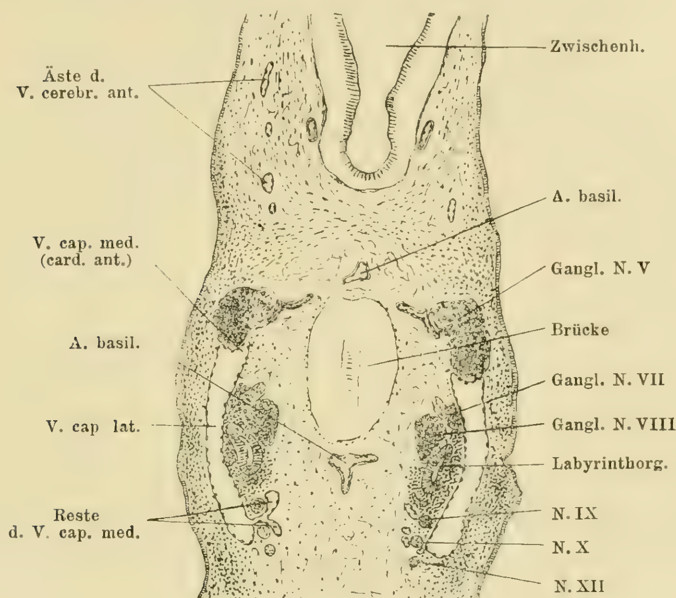


Fig. 3.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Umfang der zukünftigen Brücke herabzieht, aufnimmt. Die letztere Vene ist von Salzer gezeichnet, aber nicht benannt worden; ihrer Lage nach ist sie als V. cerebralis media zu bezeichnen (wie Mall sie auch bei Menschenembryonen genannt hat) (Textfig. 6). Die V. capitis medialis (card. ant.) setzt sich nun am caudalen Teil des Ganglion N. trigemini in



Textfigur 7.

Durchschnitt des Kopfes eines Kaninchenembryo (K. I. N. Sch. L. 7 mm, K. St. L. 8,5 mm) Pl. 5, R. 1, Schn. 6, Vergr. Zeiss 3 : a_2. Auf $^5/_6$ verkleinert.

die V. capitis lateralis (nach Salzer) fort (Textfig. 7), die lateral vom N. facialis und von der Labyrinthkapsel nach caudal zieht und endlich den lateralen Umfang der Vagusgruppe erreicht. Am caudalen Ende der Labyrinthkapsel kann man Reste der V. capitis medialis (card. ant.) finden (Textfig. 7). Ein solcher Rest liegt medial von der Labyrinthkapsel, ein anderer medial vom N. vagus, wodurch der Nerv von einem

unvollkommenen Venenring umgeben wird. Ein weiterer Rest liegt medial vom N. hypoglossus. An der Stelle, wo die V. capitis lateralis den N. vagus trifft, nimmt sie eine Vene, die an dem Rhombencephalon herabkommt, in sich auf. Die letztere ist auch von Salzer abgebildet und ganz richtig als eine das Gehirnblut ableitende Vene bezeichnet; sie mag, da Salzer ihr keinen Namen gegeben hat, im Anschluss an Mall als V. cerebralis posterior bezeichnet werden (Textfigur 6).

Zuletzt muss noch erwähnt werden, dass eine Verbindungsbahn, die vom vergleichend anatomischen Standpunkt sehr interessant und wichtig ist, zwischen den beiderseits vorne befindlichen Vv. capitis mediales (card. ant.) am ventrocaudalen Umfang der Hypophysis entwickelt ist. Salzer sowie die anderen Autoren haben bisher nichts von ihr berichtet. Diese Vene mag „V. retrohypophysea" heissen (Textfig. 5).

Kaninchenembryo Nr. K. V. (K.-St.-L. 10,5 mm, Naso-Frontal-Länge 7 mm.)

Bei diesem Stadium findet man wenige Veränderungen. Im ganzen ist das Venensystem dieses Objektes der Fig. 3 von Salzer sehr ähnlich. Die V. capitis medialis (card. ant.) liegt unverändert medial vom Ganglion N. trigemini und laterocranial von der Art. carotis interna gleichfalls mit zwei Ursprungsvenen wie in dem früheren Stadium. Die Zahl der Venen an der lateralen Seite des Vorderhirns, die insgesamt als V. cerebralis anterior bezeichnet werden, ist bedeutend vermehrt; die einzelnen sind plexusartig untereinander verbunden. Bemerkenswert in diesem Stadium ist, dass sich an der dorsalen Mittellinie des Zwischenhirns eine längslaufende Vene befindet, welche aus der Verschmelzung der dorsalen Enden der beiderseitigen Vv. cerebrales anteriores hervorgeht. Sie bildet die Anlage zum Sinus sagittalis (longitudinalis) superior.

Die V. capitis lateralis zieht lateral von dem N. facialis, der Labyrinthkapsel, der Vagusgruppe und dem N. hypoglossus nach caudal. An der Übergangsstelle der V. capitis medialis (card. ant.) in die V. capitis lateralis (im Zwischenraum zwischen dem Ganglion N. trigemini und dem Ganglion N. acusticofacialis) tritt die V. cerebralis media in die Hauptvene hinein. An der laterodorsalen Seite des Mittelhirns findet man einige Anastomosen zwischen der vorderen und der mittleren Cerebralvene, wodurch die V. cerebralis media indirekt eine Verbindung mit dem S. sagittalis superior bekommt. Die V. cerebralis posterior tritt lateral vom N. vagus in die V. capitis lateralis hinein. Die V. retrohypophysea ist unverändert vorhanden.

Kaninchenembryo Nr. VI. (K.-St.-L. 13 mm, Nasofrontal-Länge 8 mm.)

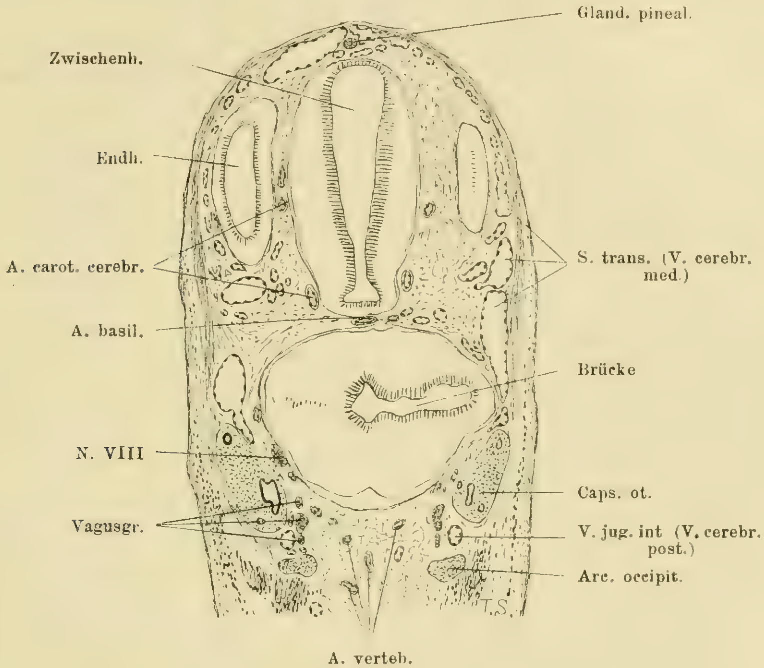
Auf diesem Stadium sind die Gesichtsvenen zur Entwickelung gekommen. Die V. facialis anterior ist gross, und die V. angularis schon deutlich erkennbar. Zwischen dem Sin. orbitalis inferior und der V. facialis anterior findet man eine Anastomose, die an der lateralen Wand der Mundhöhle verläuft. Die V. lingualis ist in der Entwickelung begriffen.

Der S. orbitalis, dessen Hauptabfuhrbahn ventral vom N. opticus liegt, ist stark entwickelt. Diese Bahn verläuft am Orbitalboden medial vom N. maxillaris (V, 2) nach caudal, durch die zukünftige Fissura supraorbitalis hindurch und erreicht den dorsalen Umfang der vorknorpeligen Zellmasse für die Ala temporalis (im Cavum epiptericum). Diese Vene ist die V. orbitalis inferior. An dem nasomedialen Umfang des Ganglion N. trigemini vereinigt sich die V. orbitalis inferior mit dem Venensinus, der aus dem S. orbitalis superior stammt und, an der Ala orbitalis entlang, um den caudalen Pol des Bulbus herum nach unten zieht. Die daraus entstandene Vene

ist noch deutlich als die V. capitis medialis (card. ant.) erkennbar. Diese Vene verläuft zunächst medial vom Ganglion N. trigemini und wendet sich dann allmählich von demselben nach ventral, wo sie auf ihrem Wege eine kleine Vene, die aus der Fossa infundibulohemisphaerica kommt, aufnimmt. Letztere Vene durchsetzt die verdichtete Bindegewebsschicht, die in dieser Gegend aussen vom Gehirn liegt und wohl als Andeutung einer primären Schädelseitenwand aufzufassen ist. Noch vor der Stelle, wo der Augenstiel in die Schädelhöhle hineintritt (dem zukünftigen Foramen opticum), geht eine grosse Vene aus der V. capitis medialis (card. ant.) heraus, die laterocaudal an der A. carotis interna vorbei und an der lateralen Seite des Endhirns nach dorsal verläuft und sich mit dem S. sagittalis superior verbindet. Die zwei eben geschilderten Venen aus der V. capitis medialis (card. ant.) sind als Reste der ursprünglichen V. cerebralis anterior zu betrachten.

Der medial vom Ganglion N. trigemini liegende Abschnitt der V. capitis medialis (card. ant.) wird später zum S. cavernosus. Zwischen den beiderseitigen findet man eine Verbindung, die sich ventrocaudal von der Hypophysis hält (V. retrohypophysea). Die Anlage des S. cavernosus verläuft ventral vom caudalen Teil des Ganglion N. trigemini und tritt schliesslich durch die grosse Lücke zwischen Labyrinthkapsel und Ala temporalis aus dem Cavum epiptericum heraus, und setzt sich in die V. capitis lateralis fort. Ausserhalb der Schädelhöhle liegt die V. capitis lateralis lateral vom Facialis und caudal von der A. stapedia und verläuft an der Aussenseite der Labyrinthkapsel, medial den N. facialis begleitend, am caudalen Umfang des Stapes vorbei und über die dorsale Wand des Cavum tympani hinweg nach ventral. An dem caudalen Ende der Labyrinthkapsel vereinigt sie sich mit einer Vene (V. cerebralis posterior), die mit der Vagusgruppe durch das Foramen jugulare aus der Schädelhöhle tritt, und bildet so die V. jugularis interna.

Auf der Siebbeinplatte findet man ein gut entwickeltes Venennetz, welches sich nach ventral mit dem Venensinus der Nasenhöhle, nach lateral durch die Fissura orbitonasalis mit dem Sinus orbitalis und nach dorsal mit dem Sinus sagittalis superior verbindet. Der S. sagittalis superior verläuft



Textfigur 8.
Durchschnitt des Kopfes eines Kaninchenembryo (K. VI, K. L. 8 mm. G. L. 13 mm). Pl. 11, R. 1, Schn. 5. Vergr. Zeiss 1:a_2.
Auf $^5/_6$ verkleinert.

am dorsalen Umfang der Fissura longitudinalis cerebri nach caudal, wobei er durch Inselbildungen ziemlich kompliziert gestaltet ist. Wenn der S. sagittalis superior an den caudalen Pol des Endhirns kommt, da, wo die hinteren Lappen desselben an den lateralen Seiten des Zwischenhirns herabsteigen, nähert er sich dem dorsalen Umfang des Zwischenhirns und nimmt

die V. magna cerebri, die auf der Tela chorioidei Ventriculi III liegt, sowie eine zwischen Grosshirnhemisphäre und Aussenfläche des Thalamus (in der sog. Thalamusmulde) verlaufende Vene auf. Das Blut aus dem Seitenventrikel wird durch die V. magna cerebri abgeführt. Ferner schickt der S. sagittalis superior am dorsalen Umfang der Glandula pinealis (am hinteren Teil des Zwischenhirns) nach beiden Seiten die V. cerebralis media ab (Textfig. 8). Die V. cerebralis media verläuft um den hinteren Teil des Endhirns herum nach ventral und erreicht den dorsalen Abschnitt der Labyrinthkapsel, wo sie sich in zwei Arme teilt, von denen der eine dorsal vom Acustico-facialisganglion und caudal vom Ganglion N. trigemini aus der Schädelhöhle nach aussen tritt und in die V. capitis lateralis hineinfliesst, der andere sich um den dorsalen Umfang der Labyrinthkapsel nach dem Foramen jugulare begibt und durch dasselbe lateral von der Vagusgruppe als V. cerebralis posterior, die sich im Recessus jugularis mit der V. capitis lateralis verbindet, heraustritt. Die hier als V. cerebralis media bezeichnete Vene wird später zum Sinus transversus. Der Abschnitt des Sinus sagittalis superior, der zwischen der Einmündung der V. magna cerebri und dem Abgang der beiden Vv. cerebrales mediae (der Sinus transversi) liegt, entspricht dem Confluens sinuum. Die Vene, welche sich zwischen dem hinteren Lappen des Endhirns und dem Zwischenhirn befindet, fliesst in die V. cerebralis media hinein. Salzer hat bei dem Meerschweinchen von der Entwickelung des S. transversus eine andere Darstellung gegeben als ich, wie ich später erläutern werde.

Der S. sagittalis superior erstreckt sich noch weiter nach caudal und verläuft in der dorsalen Mittelrinne des Mittelhirns (S. sagittalis mesencephali oder V. longitudinalis mesencephali). Im Gegensatz zu diesem ist die vorher einfach als S. sagittalis superior bezeichnete, am dor-

salen Umfang des Vorderhirns befindliche Vene als S. sagittalis superior prosencephali oder V. longitudinalis superior prosencephali zu benennen. Der S. sagittalis mesencephali teilt sich wieder an dem caudalen Umfang des Mittelhirns in zwei Arme (Sinus sagittales rhombencephali oder Venae longitudinales rhombencephali), von denen ein jeder sich nach lateroventral begibt und sich mit dem caudalen Arm der V. cerebralis media verbindet. Die aus der Vereinigung hervorgehende Bahn repräsentiert eine V. cerebralis posterior und tritt durch das Foramen jugulare aus der Schädelhöhle heraus. In die V. cerebralis posteroir fliesst das Blut aus dem Nach- und Hinterhirn hinein. Zwischen der V. cerebralis media und der V. cerebralis posterior entwickelt sich ein Venennetz, das die dorsale und laterale Fläche des Mittel- und Hinterhirns überzieht. Die Anastomose zwischen der V. cerebralis posterior und der V. cerebralis media, die an dem dorsocaudalen Umfang der Labyrinthkapsel verläuft, ist die Anlage des S. sigmoideus; folglich ist der S. sigmoideus eine sekundäre Bahn. Daher ist es jetzt klar, dass die V. cerebralis posterior die Anlage der V. jugularis interna bildet.

Auf diesem Stadium findet man also über den ganzen dorsalen Umfang des Gehirns sich erstreckend eine V. longitudinalis, aus welcher die V. cerebralis anterior, V. cerebralis media und V. cerebralis posterior an jeder Seite ausgehen. Zwischen der V. cerebralis media und der V. cerebralis posterior besteht aussen von der Labyrinthkapsel eine Anastomose, die als Anlage für den S. sigmoideus zu gelten hat. Die V. capitis lateralis, in die die V. cerebralis media hineinfliesst, ist vollkommen entwickelt. Als Anfangsstück der V. capitis lateralis erscheint die medial vom Trigeminusganglion liegende V. capitis medialis (card. ant.), die sich vorn mit dem S. orbitalis verbindet und später den S. cavernosus vorstellt.

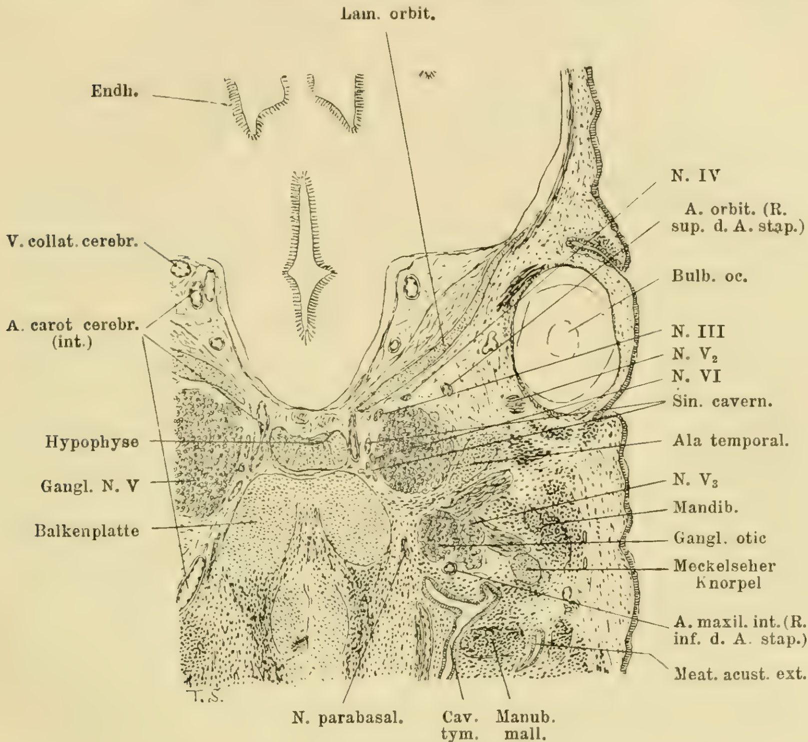
Kaninchenembryo Nr. K. II. (K.-L. 8 mm, K.-St.-L. 17 mm.)

Die Gesichtsvenen sind stärker geworden, so dass man schon ganz bequem die V. facialis anterior, die V. auricularis anterior und die V. auricularis posterior unterscheiden kann. Die gut entwickelte V. angularis leitet jetzt viel Orbitalblut in die V. facialis anterior ab.

Die Verbindung zwischen der V. facialis anterior und dem Sinus orbitalis inferior, die medial vom Proc. zygomaticus des Maxillare und vom M. masseter nach ventral verläuft, ist stark entwickelt. An der Stelle, wo die eben geschilderte Verbindungsvene aus dem S. orbitalis inferior herausgeht, nimmt sie eine Vene, die aus der Nasenhöhle und dem Gaumen Blut sammelt und vor dem Palatinum in die Orbita hineintritt, sowie eine andere, die mit dem N. maxillaris verläuft, auf.

In der Orbita sind die Venensinus stark entwickelt. Das Blut aus dem Sinus orbitalis inferior sammelt sich in eine grosse am Orbitalboden liegende Vene, die sich über dem Palatinum und medial vom N. maxillaris befindet. Am cranialen Umfang des N. opticus entspringt aus dem dort liegenden Sinusteil eine Vene, die mit dem N. opticus zusammen durch das Foramen opticum in die Schädelhöhle hineintritt und an der Fossa infundibulohemisphaerica nach caudal zieht. Die letztere Vene ist als Rest der V. cerebralis anterior zu betrachten. Die oben geschilderte grosse Vene des Orbitalbodens verläuft nach caudal und liegt medial vom Ganglion N. trigemini im Cavum epiptericum (V. capitis medialis, d. h. Anlage des S. cavernosus) (Textfig. 9). In der Fossa hypophysea findet man eine quer laufende Vene (V. retrohypophysea), die die beiden Vv. capitis mediales (card. ant.) verbindet und caudal von der Art. carotis cerebralis liegt. Die V. capitis medialis (card. ant.) setzt sich nach caudal in die V. capitis lateralis, die in diesem Stadium schon stark verkleinert ist, fort.

Das Venennetz auf der Siebbeinplatte ist schwach, doch findet man noch die venöse Verbindung zwischen ihm und dem S. orbitalis, ebenso auch die mit dem S. sagittalis superior. Die Verbindungsstelle des S. sagittalis superior



Textfigur 9.
Durchschnitt des Kopfes eines Kaninchenembryo (K. II. K. L. 8 mm, K. St. L. 17 mm) Pl. 9. R. 3. Schn. 7. Vergr. Zeiss 3:a_2. Auf 5/6 verkleinert.

mit der V. magna cerebri liegt weit caudal, wie bei dem vorigen Stadium, nämlich unmittelbar vor der Glandula pinealis, wo gleichzeitig der S. transversus nach beiden Seiten abgegeben wird (Confluens sinuum). Der S. transversus (V. cerebralis media) verläuft caudal von dem hinteren Lappen des Endhirns nach ventral und erreicht den dorsalen Umfang

der Prominentia semicircularis anterior der Labyrinthkapsel, wo er sich in zwei Arme teilt, von denen der kleine durch die Fenestra sphenoparietalis heraustritt und am caudalen Ende des Ganglion N. trigemini in die V. capitis lateralis hineinfliesst, während der grosse, der einem Teil des S. sigmoideus entspricht, um den dorsocaudalen Umfang der Labyrinthkapsel nach dem Foramen jugulare verläuft, um schliesslich die Schädelhöhle durch dasselbe zu verlassen, wie schon beim früheren Stadium beschrieben. Die Venen aus dem Hinter- und Nachhirn treten in die Anlage des S. sigmoideus hinein (Wurzeln der V. cerebralis posterior). Zwischen dem S. transversus und der V. cerebralis posterior findet man noch überall Venennetze. In der Umgebung des S. transversus und zwar dorsal von der Labyrinthkapsel am Mittel- und Hinterhirn entwickelt sich auch ein starkes Venennetz, das mit dem oben geschilderten Netze nach dorsal in Verbindung steht. Eine Verbindung zwischen dem S. cavernosus und dem S. transversus in der Schädelhöhle ist noch nicht zu finden. Aus dem Confluens sinuum geht eine Vene hervor, die gewissermassen die Achse des eben erwähnten dorsalen Venennetzes abgibt.

Im ganzen ist das Verhalten dieses Stadiums dem des Modells von der Maus sehr ähnlich.

Kaninchenembryo Nr. K. III. (K.-L. 12 mm, K.-St.-L. 26 mm.)

Bei diesem Stadium ist das Primordialcranium fast vollkommen mit Belegknochen ausgebildet, und kann man die von Voit angegebenen Bestandteile desselben bequem wahrnehmen.

Im Gebiet der V. jugularis externa sind schon alle Venenstämme gut entwickelt.

Die aus der Nasenhöhle Blut sammelnde Vene (V. palatonasalis) verläuft an dem lateroventralen Umfang der Cartilago paraseptalis nach caudal. Die V. palatonasalis zieht weiter

medial vom Palatinum, dabei aus dem Gaumen Blut sammelnd, nach ventrocaudal, medial am M. pterygoideus internus vorbei und fliesst schliesslich, zwischen dem Kieferwinkel und der Glandula submaxillaris hindurch, als V. maxillaris interna in die V. facialis hinein. Aus der V. palatonasalis gehen zwei Verbindungsäste nach dem S. orbitalis hin. Der erste von ihnen begibt sich quer vor dem Palatinum nach lateral, überschreitet dorsal den N. maxillaris und tritt endlich in den S. orbitalis inferior hinein. Den zweiten Ast findet man direkt am unteren Umfang des Foramen opticum, nämlich zwischen der knorpeligen Schädelbasis und dem Palatinum verlaufend. Das Orbitalblut wird ausserdem noch durch drei Venen nach anderen Richtungen abgeleitet. Die erste von ihnen ist die V. angularis. Die zweite ist die mit dem N. maxillaris zusammen in die Schädelhöhle hineintretende Vene; sie liegt in der Schädelhöhle und zwar im Cavum epiptericum medial vom Ganglion N. trigemini und endet als S. cavernosus. Die dritte geht von dem S. orbitalis inferior aus und zieht medial vom Zygomaticum und vom M. masseter nach ventral, um endlich am hinteren Umfang des Kieferastes in die V. facialis hineinzutreten. Die V. capitis lateralis ist schon vollständig verschwunden.

Der S. sagittalis superior erreicht den hinteren Teil des Endhirns, wo die V. magna cerebri von der dorsalen Seite des Zwischenhirns zwischen den beiden Hirnlappen des Endhirns nach dorsal steigt und in den Sinus hineinfliesst. Das Stück der V. magna cerebri, das von der Glandula pinealis bis zu der Einmündung in den Sinus sagittalis reicht, kann jetzt als Sinus rectus bezeichnet werden. Aus der Vereinigungsstelle des Sinus sagittalis und der V. magna cerebri (Confluens sinuum) geht jederseits der Sinus transversus hervor, der am caudalen Umfang des Endhirns und an der Seite des Mittelhirns nach ventral herabsteigt. Durch die Lamina

parietalis hindurch wird ein Emissarium aus dem S. transversus nach aussen abgegeben, wodurch die Verbindung zwischen den inneren und äusseren Schädelvenen zustande kommt. Man findet bei diesem Falle noch keine durch die Fiss. capsuloparietalis hindurchziehende Vene, sondern nur eine Ausbuchtung des S. transversus, die in die genannte Fissura eingekeilt ist. Voit hat an seinem Modell darauf aufmerksam gemacht, dass eine Vene durch die Fissura capsuloparietalis hinzieht. Wahrscheinlich ist die oben beschriebene venöse Ausbuchtung die Anlage der von Voit erwähnten Vene; diese Vene scheint die spätere von Krause als Emissarium temporale bezeichnete Vene zu sein. In der dorsalen Ecke der Fissura metotica finden wir noch ein anderes kleines Emissarium.

Der S. transversus setzt sich in den S. sigmoideus fort, der als V. jugularis interna, welche die aus dem Hinter- und Nachhirn stammenden Venen aufnimmt, mit der Vagusgruppe durch das For. jugulare aus der Schädelhöhle heraustritt. Das starke Venennetz an dem dorsalen Umfang des Hinter- und Nachhirns ist schon zurückgegangen.

Der S. cavernosus beginnt an dem dorsalen Umfang des Ganglion N. trigemini und erstreckt sich nach der Hypophysis, wobei man ventrocaudal von der letzteren eine mächtige Anastomose zwischen beiden S. cavernosi findet (S. intercavernosus caudalis s. posterior). Der S. intercavernosus posterior entwickelt sich aus der V. retrohypophysea. Der S. intercavernosus anterior s. nasalis ist wohl eine sekundäre Bildung, da sich in früheren Stadien keine entsprechende Vene wahrnehmen lässt. Zwischen dem S. cavernosus und dem S. transversus findet man eine dorsomedial von der Labyrinthkapsel laufende Vene, die später zum S. petrosus superior wird.

Dieses Stadium zeigt noch eine bemerkenswerte Tatsache.

Der einheitliche, unpaare Venenplexus, welcher sich an dem Dach der Choanen befindet, erstreckt sich unter der Schädelbasis nach vorn, wobei sich jederseits eine quer an der ventralen Fläche des Palatinum laufende Verbindung zwischen demselben und der V. palatonasalis entwickelt; ferner steht er noch vor der Lamina pterygoidea mit dem S. orbitalis in Verbindung (diese Verbindungsbahn verläuft zwischen dem Palatinum und der Lamina pterygoidea in die Orbita hinein). An der ventralen Fläche des Basioccipitale teilt sich der unpaare Plexus in zwei grosse paarige Venen, die sich von der Teilungsstelle aus unter geringer Divergenz nach caudal begeben und sich mit den Teilästen einer an der dorsalen Rachenwand laufenden grossen unpaarigen Vene vereinigen. An der Vereinigungsstelle findet sich eine quere Anastomose zwischen den beiderseitigen Gefässen. Die Hauptfortsetzungen der beiden Venen treten nebeneinander durch die Incisura intercondyloidea in den Wirbelkanal und fliessen in den Sinus spinalis anterior hinein (sie mögen Vv. basicraniales heissen).

Die mit dem N. opticus in die Schädelhöhle hineintretende Vene lässt sich dort nicht mehr feststellen, und die Vene in der Fossa infundibulohemisphaerica fliesst jetzt in den Sinus transversus hinein.

Somit muss die Anordnung der Kopfvenen beim Kaninchen mit diesem Stadium als definitiv vollendet betrachtet werden.

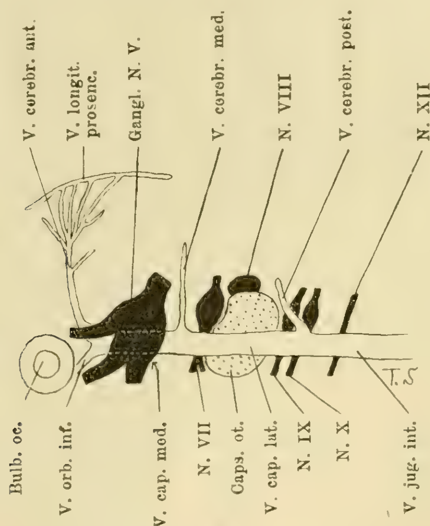
Das Endstück der V. magna cerebri, zwischen Glandula pinealis und Sinus sagittalis superior, ist jetzt deutlich als Sinus rectus erkennbar. Es geht daraus hervor, dass die Ausbildung des Sinus rectus von der Volumsvergrösserung des Telencephalon abhängt, wie die Entwickelung des ganzen Gehirns für die Ausbildung der venösen Bahnen der Schädelhöhle überhaupt massgebend gewesen ist. Auch die Verkürzung des Confluens sinum hängt mit der starken caudalen Entfaltung des Telencephalon zusammen. Darauf werde ich später noch einmal zurückkommen.

Schematische Darstellung der Entwickelung des Kopfvenensystems der Säuger.

Im Anschlusse an meine bisher nach Befunden von Kaninchenembryonen gemachte entwickelungsgeschichtliche Schilderung der Kopfvenen bringe ich hier eine schematische Darstellung der letzteren.

Stadium I. (Schema I, Textfig. 10.)

Wegen des nicht mehr ganz jungen Stadiums des untersuchten Materials habe ich die ganze Strecke der V. capitis



Textfigur 10.
Schematische Darstellung I der Entwickelung der Kopfvenen von Säugern.

medialis (card. ant.) nicht sehen können, zweifellos aber ist es, dass die Säuger, wie schon Salzer nachwies, im allgemeinen diese an dem Hirnrohr entlang verlaufende Vene als erstes Element der Kopfvenen besitzen, und dass dieselbe überhaupt für sämtliche Wirbeltiere als erstes Element des

Kopfvenensystems zu betrachten ist, wie man sich aus Grossers Untersuchung überzeugen kann (vgl. Fig. 8 von Grosser 1907).

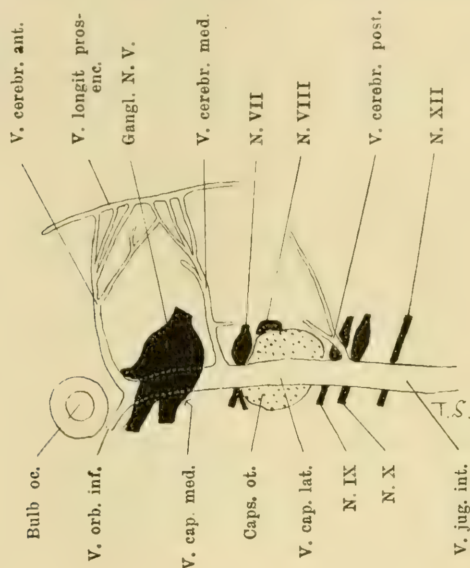
Nachher entwickelt sich allmählich an der lateralen Seite der Hirnnerven und der Labyrinthkapsel die V. capitis lateralis, die sich in den von mir untersuchten Stadien ganz deutlich an dem lateralen Umfang des Ganglion N. facialis, der Labyrinthblase, der Vagusgruppe und des N. hypoglossus befindet. Nasalwärts setzt sich die V. capitis lateralis zwischen dem Ganglion N. trigemini und dem Ganglion N. facialis in die V. capitis medialis (card. ant.) fort, die an der medialen Seite des Ganglion N. trigemini liegt, und das Blut der V. orbitalis inferior sowie der V. cerebralis anterior aufnimmt. Die V. cerebralis media steigt an der lateralen Seite des Mittelhirns und dem vorderen Umfange der Brückenanlage nach ventral herab und fliesst am caudalen Ende des Ganglion N. trigemini in die V. capitis lateralis hinein.

Am caudalen Umfang der Labyrinthkapsel fliesst die V. cerebralis posterior, welche der lateralen Seite des Rhombencephalon entlang herabläuft, neben der Vagusgruppe in die V. capitis lateralis hinein. Caudal vom N. hypoglossus setzt sich die V. capitis lateralis wieder in die V. capitis medialis (card. ant.) fort, und zwar ist nach Grosser die V. jugularis interna das Gefäss, welches den hinteren Teil der ursprünglichen V. cardialis anterior darstellt.

Stadium II. (Schema II, Textfig. 11.)

An den Seiten des Vorderhirns findet man die V. cerebralis anterior, die ein sehr kompliziertes Flechtwerk darstellt. An der dorsalen Kante der Endhirnblase verschmelzen die beiderseitigen Geflechte untereinander, wie Salzer beim Meerschweinchen und F. Mall bei Menschenembryonen an-

gegeben haben, wodurch die Anlage des S. sagittalis superior ausgebildet wird. Diese Anlage entspricht dem von J. Markowski beim Menschenembryo beschriebenen „Plexus sagittalis superior“. In der Fissura longitudinalis cerebri befindet sich auch ein Venennetz, das von J. Markowski beim Menschenembryo als „Plexus medianus prosencephali“ beschrieben wurde. Dieser letztere Plexus entwickelt sich da-



Textfigur 11.
Schematische Darstellung II der Entwickelung der Kopfvenen von Säugern.

durch, dass ein Teil des dorsalen Geflechts der V. cerebralis anterior infolge der Vergrösserung der beiderseitigen Endhirnblasen in die Fissura longitudinalis cerebri eingeschlossen wird. Der Plexus medianus prosencephali setzt sich nach caudal in den Venenplexus des Zwischenhirns (Plexus medianus mesencephali von Markowski [?]) fort. Höchstwahrscheinlich bildet der letztere Plexus die Anlage der V. magna cerebri. Nicht nur die V. cerebralis media verbindet sich nach

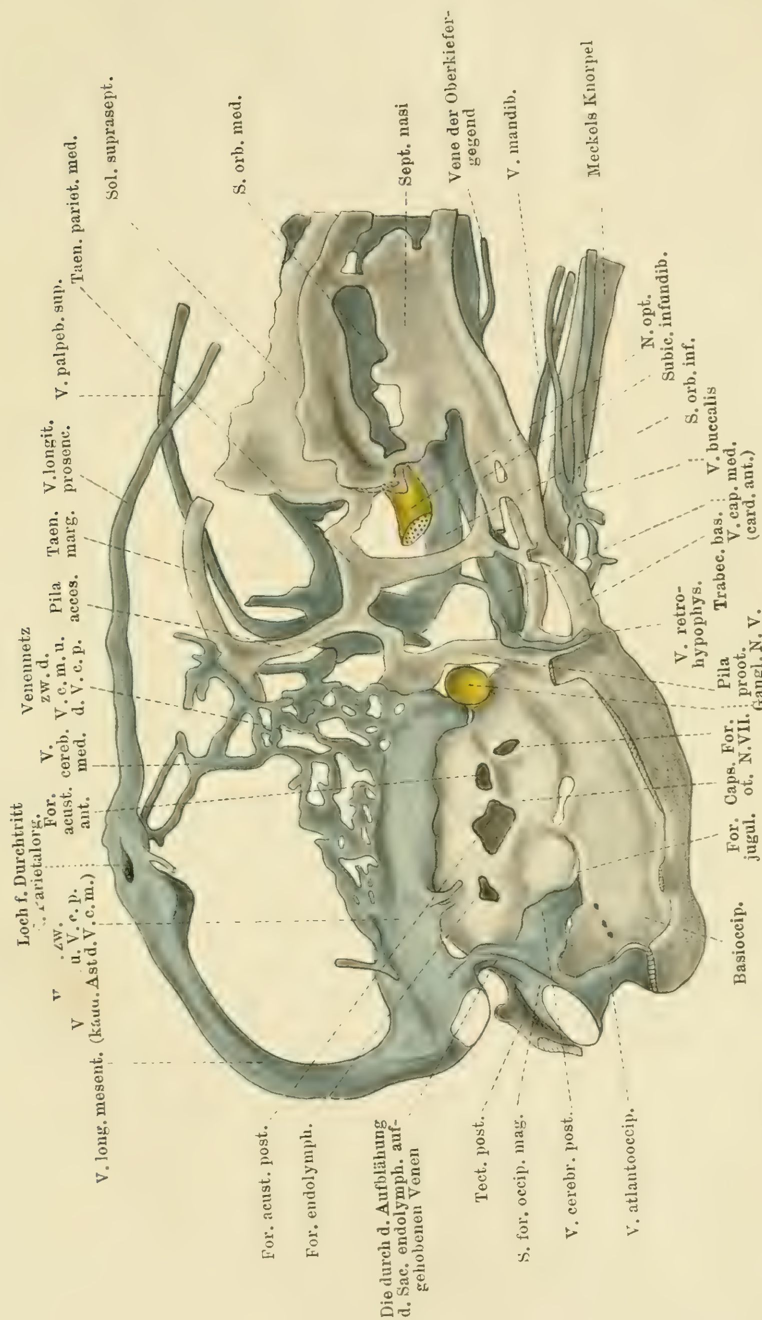


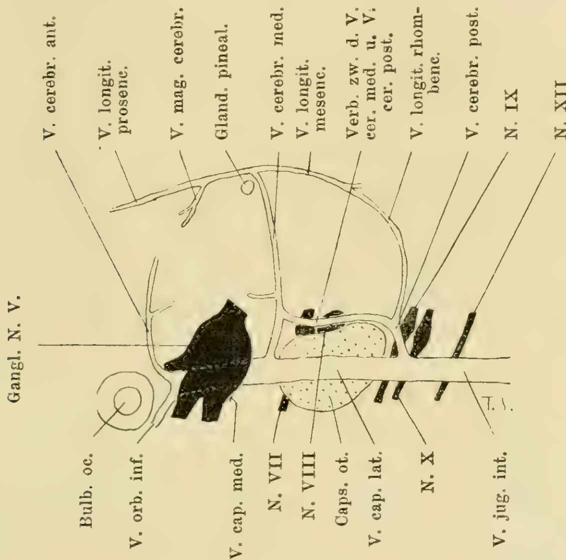
Fig. 4.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

dorsal mit dem Plexus sagittalis superior, sondern auch die V. cerebralis posterior steht mit demselben an der dorsalen Fläche des Rhombencephalon in Zusammenhang. Das Verhalten der V. capitis medialis (card. ant.) sowie der V. capitis lateralis ist gleich wie in Stadium I.

Stadium III. (Schema III, Textfig. 12.)

Die Verbindung der V. cerebralis anterior mit dem S. sagittalis superior ist unterbrochen; die Vene verläuft in



Textfigur 12.
Schematische Darstellung III der Entwickelung der Kopfvenen von Säugern.

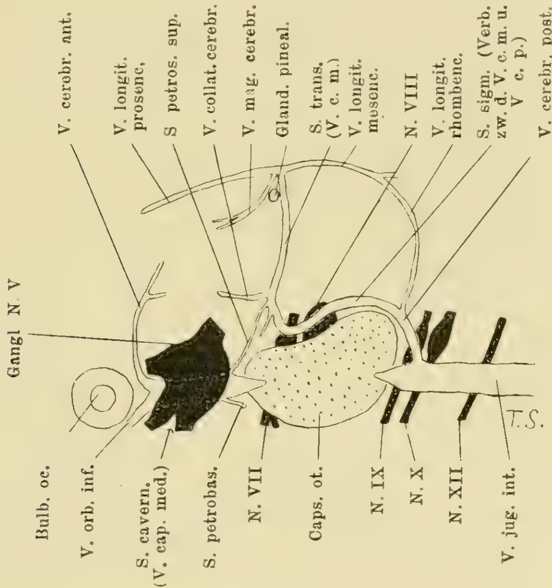
der Fossa infundibulohemisphaerica und kommt schliesslich mit dem N. opticus aus der Schädelhöhle heraus, um in die V. capitis medialis (card. ant.) hineinzutreten. Die V. orbitalis inferior fliesst auch in die V. capitis medialis (card. ant.) hinein, die sich immer medial vom Ganglion N. trigemini findet. Die Eintrittsstelle der V. magna cerebri

in den S. sagittalis superior nähert sich allmählich der Vereinigungsstelle der V. cerebralis media mit dem letzteren, d. h. der Stelle, wo sich die Glandula pinealis befindet. Am caudalen Umfang der V. cerebralis media und zwar an der lateralen Seite des Mittelhirns, sowie am cranialen Umfang der V. cerebralis posterior, nämlich an der Seitenfläche des Rautenhirns, kommt je ein Adergeflecht zur Entwickelung; durch Vereinigung beider entsteht ein grosses Adernetz an der lateralen Seite der genannten Hirnabschnitte. Die V. cerebralis media verläuft am hinteren Umfang des Endhirns und an der Seite des Mittelhirns entlang nach ventral, tritt sodann zwischen dem Ganglion N. trigemini und dem Ganglion des Acusticofacialis hindurch und in die V. capitis lateralis hinein, die an der lateralen Seite der Labyrinthkapsel nach caudal verläuft. Die V. cerebralis posterior verlässt die Schädelhöhle mit der Vagusgruppe zusammen und tritt in die V. jugularis interna hinein.

Stadium IV. (Schema IV, Textfig. 13.)

Der S. sagittalis superior vereinigt sich mit der V. magna cerebri und der V. cerebralis media an derselben Stelle (Confluens sinuum), die dem dorsalen Umfang der Glandula pinealis entspricht. Aus dem Confluens sinuum geht die V. cerebralis media (als S. transversus) an dem hinteren Umfang des Endhirns nach ventral. Das Venennetz zwischen der V. cerebralis media und der V. cerebralis posterior hat allmählich an Mächtigkeit verloren, dafür wird aber eine venöse Bahn, die unter diesem Geflecht dem dorsocaudalen Umfang der Labyrinthkapsel anliegt, immer stärker, infolgedessen sucht jetzt die V. cerebralis media ihren Abfluss in dieser neuen Bahn, da die Verbindung zwischen ihr und der V. capitis lateralis aufgehört hat. Die neue Bahn bildet die Anlage für den S. sigmoideus (= Pars ascendens

S. transvers. nach Krause). Die V. cerebralis posterior leitet das Blut aus dem Gebiet des Rautenhirns ab; ihr Ende aber gilt als Anlage für den ventralen Teil des S. sigmoideus resp. die V. jugularis interna und tritt mit der Vagusgruppe durch das Foramen jugulare nach aussen (V. jugularis interna). Infolgedessen besitzt der S. sigmoideus zwei Abschnitte, nämlich erstens die an dem dorsocaudalen Umfang



Textfigur 13.
Schematische Darstellung IV der Entwickelung der Kopfvenen von Säugern.

der Labyrinthkapsel gebildete sekundäre Verbindungsbahn zwischen der V. cerebralis media und der V. cerebralis posterior, welche die Anlage für den dorsalen, und zweitens den Endabschnitt der V. cerebralis posterior, der die Anlage für den ventralen Abschnitt des S. sigmoideus bildet. Die V. capitis lateralis ist verschwunden. Infolgedessen leitet hauptsächlich die V. jugularis interna das Blut des S. sigmoideus ab, wodurch der letztere der Ursprungsteil der ersteren

geworden ist. Die V. capitis medialis (card. ant.) liegt medial vom Ganglion N. trigemini, wo sie zum S. cavernosus wird. Dieser, von Anfang an für die Ableitung des Orbitalblutes bestimmt, verbindet sich nach cranial mit der Orbitalvene, und nach caudal durch zwei neu ausgebildete Bahnen einerseits mit dem ventralen Ende des S. transversus (S. petrosus superior, der an der dorsomedialen Kante der Labyrinthkapsel medial vom Ganglion N. trigemini zieht) und anderseits mit dem Ursprungsteil der V. jugularis interna (S. petrobasilaris, der an der Grenzlinie zwischen der Labyrinthkapsel und der Basalplatte läuft). Ausserdem finden wir eine Verbindung zwischen der V. cerebralis anterior und dem S. transversus, die in der Fossa infundibulohemisphaerica liegt und später als V. collateralis cerebri bezeichnet wird.

Bei diesem Schema können wir nun schon alle Anlagen der definitiven Venenbahnen des Kopfes wahrnehmen. Die Darstellungen früherer Autoren über diese Anlagen weichen von der hier gegebenen in mehreren Punkten ab; infolgedessen mag es von Nutzen sein, jene Angaben mit den meinigen zu vergleichen.

Nach Salzer setzt sich der S. transversus beim Meerschweinchen aus drei Teilen zusammen. „Das Anfangsstück wird von der sich an das hintere Ende des S. sagittalis superior anschliessenden Vene, dem ursprünglichen Wurzelstück der vorderen Cardinalvene, gebildet, während das mittlere durch die um den Trigeminus, und das hintere Stück durch die um die Labyrinthkapsel gebildete Anastomose dargestellt wird.“ Ich habe nach dieser von ihm gemachten Angabe seine Abbildungen genau untersucht. Die Vene, die von Salzer als die um den Trigeminus gebildete Anastomose (das mittlere Stück des S. transversus nach ihm) betrachtet worden ist, ist meiner Meinung nach nichts anderes, als die V. cerebralis media. In meiner Untersuchung beim Kaninchen fand ich dieselbe nicht an der lateralen Seite des Trigeminus, sondern

weit dorsal von demselben und zwar an der Seite des Mittelhirns liegend. Allerdings verbindet sich die V. cerebralis media nach dorsocranial mit dem hinteren Teil des Geflechtes der V. cerebralis anterior, um sich dem S. sagittalis superior anzuschliessen. Infolgedessen ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass der Anfangsteil des S. transversus ein caudaler Teil der V. cerebralis anterior ist. Doch scheint es mir annehmbarer, dass der Hauptteil desselben von der V. cerebralis media geliefert worden ist. Die um die Labyrinthkapsel gebildete Anastomose (das hintere Stück des S. transversus nach Salzer) ist nicht mehr ein Teil des S. transversus, sondern nach meiner Auffassung ein Teil des S. sigmoideus. (Krause hat beim Kaninchen den Namen „S. sigmoideus" weggelassen und anstatt dessen hat er demselben Abschnitte die Bezeichnung „der aufsteigende Teil des S. transversus" gegeben. Aber ich will doch lieber den S. sigmoideus beibehalten.)

Nach Salzers Angabe soll sich sowohl der S. petrosus superior als auch der S. cavernosus aus der Vene, die dem S. transversus das Orbitalblut zuführt, gebildet haben; dagegen ergab meine Untersuchung, dass nur der S. cavernosus seine Entstehung sicher dem cranialen Abschnitt der oben bezeichneten Vene verdankt, der S. petrosus superior aber eine medial vom Ganglion N. trigemini an der dorsalen Kante der Labyrinthkapsel sekundär auftretende Bahn ist, wovon man sich am Modell der Maus überzeugen kann. Salzer hat ferner den S. petrobasilaris als eine sekundäre Verbindungsbahn zwischen dem S. cavernosus und der V. jugularis interna betrachtet, eine Angabe, in der ich mit ihm übereinstimme.

Die Angaben von F. P. Mall beim Menschen, „The main portion of the transverse Sinus is formed directly from the V. cerebralis posterior" und „It is seen that the V. cerebralis

media is the superior petrosal sinus" sind wiederum mit meinen Darstellungen nicht übereinstimmend, doch möchte ich hier auf eine weitere Diskussion nicht eingehen, da ich meine Auffassung genügend deutlich ausgedrückt zu haben glaube. Die Abbildungen von Mall sind dagegen ohne weiteres mit den von mir gegebenen Schematen zu vergleichen.

Die Angaben von J. Markowski beim Menschenembryo entsprechen meinen Auffassungen. Das Adergeflecht, das sich an der dorsalen und lateralen Seite des Mittel- und Rautenhirns erstreckt (wie ich in dem Schema III angegeben habe) entspricht wohl dem Plexus lateralis anterior und posterior an derselben Partie, nach Markowski. Seine Angabe, dass sich der S. sigmoideus an den Seiten des Mesencephalon aus dem Plexus lateralis anterior und dem Plexus lateralis posterior gebildet hat, stimmt mit der meinen fast überein. Ferner entwickelt sich nach ihm die Anlage des horizontalen Schenkels des S. transversus (d. i. der Hauptteil des Sinus nach mir) in der Verlängerung des S. sigmoideus aus dem Plexus lateralis anterior. Auch diese Angabe über die Anlage des S. transversus stimmt sachlich mit der meinigen, nach der der Sinus sich aus der V. cerebralis media entwickelt, überein; die scheinbare Verschiedenheit beruht darauf, dass der Autor die V. cerebralis media nicht besonders von dem Plexus lateralis anterior, der an ihr ausgebildet ist, unterschieden hat. Weiter heisst es bei Markowski, dass der Plexus lateralis posterior in die V. jugularis interna mündet, was auch meine Überzeugung ist, da der „Plexus lateralis posterior" in der Umgebung der „V. cerebralis posterior" entwickelt ist.

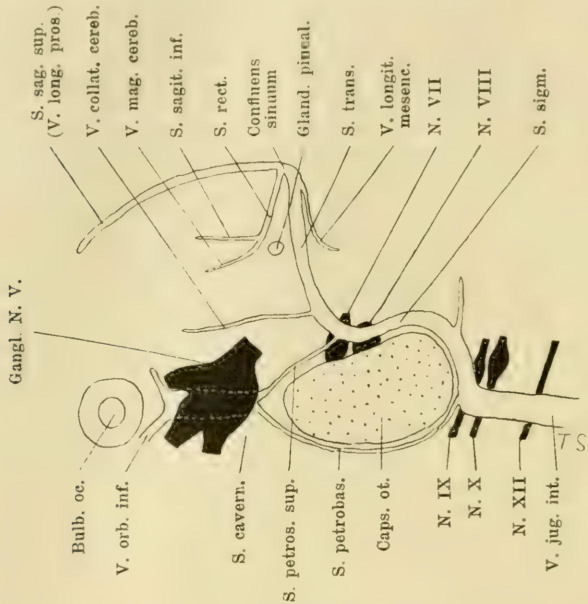
Was die Entwickelung des S. cavernosus anbelangt, so ist derselbe bei Säugern ein Derivat des Anfangsstückes der V. capitis medialis (card. ant.) (das medial vom Ganglion N. trigemini liegt), wie ich schon im Schema IV deutlich angegeben habe. Diese Angabe deckt sich mit der von

Mall: „The anterior end of the anterior cardinal vein remains in large part on the medial side of the fifth nerve in the human embryo and is ultimately transformed into the cavernous sinus.“ Nach Salzers Angabe: — „Was den Sinus cavernosus betrifft, so bildet sich dieser bei Sauriern aus dem Anfangsstück der V. cardinalis, während beim Meerschweinchen sich dieser Sinus aus den primitiven, das Blut des Auges und der Orbita abführenden Gefässen entwickelt“ — müssten wir die Ausbildungsstelle des S. cavernosus ausserhalb der V. capitis medialis (card. ant.) suchen. Nach meiner Untersuchung ist es aber eine Tatsache, dass sich die zwei Wurzeln der V. capitis medialis (card. ant.) — die V. orbitalis inferior und die V. cerebralis anterior — am cranialen Umfang des Ganglion N. trigemini in dem Stamm der genannten Vene vereinigen, und dass der S. cavernosus sich nicht aus der V. orbitalis inferior (d. h. der primitiven das Blut der Orbita abführenden Bahn) entwickelt, sondern aus dem an dem medialen Umfang des Ganglion N. trigemini liegenden Stammabschnitte der V. capitis medialis (card. ant.).

Stadium V. (Schema V, Textfig. 14.)

In diesem Schema sind der Sinus sagittalis superior, Sinus transversus, Sinus sigmoideus, die V. jugularis interna, der S. rectus, S. sagittalis inferior, die V. collateralis cerebri, der S. cavernosus mit der Verbindung in die Orbitalvene, S. petrosus superior und S. petrobasilaris bereits vollkommen ausgebildet. Der Ursprungsteil der V. cerebralis posterior ist an der Seite des Rautenhirns schon klein und unbedeutend geworden. Aus dem Confluens sinuum entspringt nach caudal eine ganz kleine Venenfortsetzung. Bei der V. cerebralis anterior hat die Verbindung mit dem Orbitalsinus aufgehört. Endlich finden wir in diesem Schema noch eine bemerkenswerte Tat-

sache: der S. rectus hat nämlich eine seinem Namen entsprechende gerade Verlaufsrichtung gewonnen, und gleichzeitig ist der Confluens sinuum von der Glandula pinealis nach dorsal entfernt. Wenn man den Lagewechsel und die Formveränderung des Confluens sinuum und der V. magna cerebri



Textfigur 14.
Schematische Darstellung V der Entwickelung der Kopfvenen von Säugern.

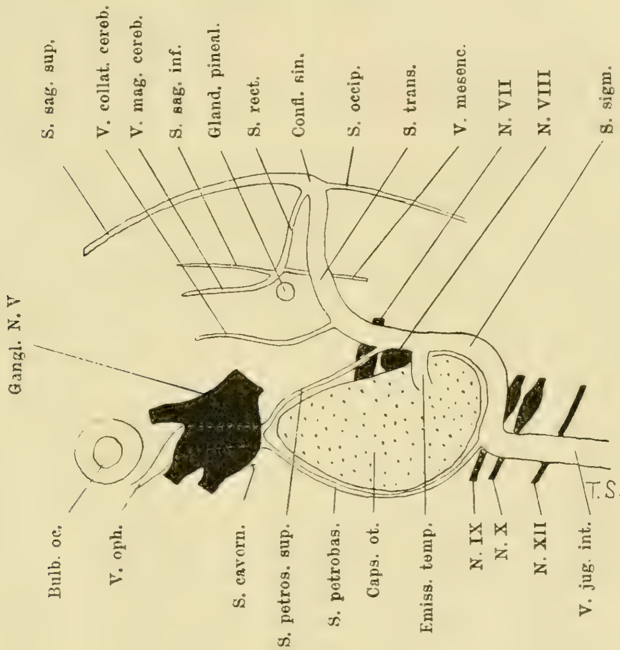
in jedem Schema verfolgt, so muss man zu dem logischen Schlusse kommen, dass diese morphologischen Veränderungen auf der Entwickelung des Gehirns und zwar des Endhirns beruhen. Durch die hohe Entwickelung des hinteren Lappens des Endhirns nämlich wird der Confluens sinuum immer weiter nach dorsocaudal zurückgeschoben, so dass er schliesslich eine definitive Form wie im Schema V annimmt.

Stadium VI. (Schema VI, Textfig. 15.)

Diesem Schema, das im übrigen dem vorigen gleicht, habe ich noch eine sehr interessante Tatsache hinzuzufügen. Aus

dem S. transversus geht eine neugebildete grosse Vene heraus, die durch das Foramen jugulare spurium Rathkes hindurchzieht und an der Temporalfläche in die V. temporalis superficialis hineintritt. Diese neue Vene entspricht dem „Emissarium temporale" von Krause.

Diese neue Bahn findet man sehr oft, von Affen an bis zu anderen niedriger stehenden Säugern. Rathke hat angenommen, dass ausser beim Affen und Menschen bei allen anderen Säugern die Vene, die durch das For. jugulare spurium verläuft, als primäre Abfuhrbahn des Blutes der Schädelhöhle entweder allein oder neben der V. jugularis interna, die durch das For. jugulare mit dem Vagus verläuft, vorhanden ist. Wie jetzt bekannt ist, hat sich die durch das For. jugulare tretende V. jugu-



Textfigur 15.

Schematische Darstellung VI der Entwickelung der Kopfvenen von Säugern.

laris interna früher entwickelt, als die durch das For. jugulare spurium tretende Vene (Emissarium temporale). Infolgedessen ist es nicht richtig, das Emissarium temporale als primäre Abfuhrbahn des Blutes aus der Schädelhöhle zu betrachten. Ausserdem entspricht die Angabe Rathkes insofern nicht den Tatsachen, als wir beim Affen auch das For. jugulare spurium mit der Ableitvene aus dem S. transversus finden, dagegen sehr oft nicht bei anderen Säugern. Selbst bei Menschen kommt das Emissarium temporale, wenn auch abnormerweise und selten, vor.

Ich habe diese Vene (Emis. temp.) bei der Maus sicher konstatiert (Textfig. 4) entsprechend der Angabe von J. Kopetsch, nach dem das For. jugulare spurium bei der Maus deutlich vorhanden sein soll. Die in Rede stehende Vene tritt an dem Chondrocranium der Maus durch den vorderen Teil der Fissura capsuloparietalis (Voit) nach aussen. Die derselben entsprechende Stelle wird von Fischer auch bei Talpa als Foramen jugulare spurium benannt; gleichzeitig hat Fischer auch hier eine Vene nachgewiesen. Beim Kaninchen findet man zweifellos die Fissura capsuloparietalis (Voit), durch die eine Vene hindurchtritt, und auch Krause hat in seinem Buch das Emissarium temporale, welches durch das For. jugulare spurium verläuft, erwähnt. Dagegen sagt J. Kopetsch allgemein :„Ein Foramen jugulare spurium findet sich nicht bei den Leporidae.“ Da aber nach Voit und Krause das Emissarium temporale vorhanden ist, so nehme ich aus diesem Grunde die Angabe von Kopetsch mit Zweifel auf.

Der Canalis temporalis, der von Bluntschli bei Prosimiern und niederen Affen (Macacus, Papio) erwähnt wurde, entspricht wahrscheinlich dem For. jugulare spurium und seinem Fortsetzungskanal. Der Autor hat bei den höheren Affen nur eine Abflussbahn des Blutes der Schädelhöhle, die durch das Foramen jugulare tritt, konstatiert, während bei Prosimiern

und niederen Affen eine andere Abflussbahn, die durch den Canalis temporalis verläuft, neben der V. jug. int., die durch das Foramen jugulare tritt, vorhanden sein soll. Weiter gab er an, dass die Anthropomorphen den Zustand nur eines Abflussweges durch das Foramen jugulare zweifellos erst sekundär erworben haben müssen. Dieser Anschauung möchte ich mich anschliessen. Das Verhalten der menschlichen Kopfvenen im ausgebildeten Zustand, das dem der Anthropomorphen sehr ähnlich ist, entspricht vollkommen dem Schema V, ist also durch das Fehlen eines Emissarium temporale ausgezeichnet. Salzer betrachtet diesen Zustand als primär und hält somit das bei anderen Säugern, wo ein Emissarium temporale vorhanden ist, für sekundär. Aber diese Beobachtungweise scheint mir nicht richtig zu sein. Denn einerseits kommt abnormerweise auch beim Menschen ein Emissarium temporale vor; andererseits besitzt das Chondrocranium auch des Menschen ein dem Foramen jugulare spurium entsprechendes Loch, wie das Modell von O. Hertwig lehrt. Da nun bei den Säugern, die ein For. jugulare spurium besitzen, dieses stets für den Durchtritt einer Vene aus dem Sinus transversus bestimmt ist, so möchte ich vermuten, dass auch beim menschlichen Embryo zu irgend einer Zeit eine solche Vene vorhanden ist. Auf Grund dieser Tatsachen und Überlegungen halte ich den Bluntschlischen Gedanken für das Verhalten bei den Anthropomorphen für richtig, und nehme aus diesem Grunde an, dass der Zustand der normalen menschlichen Kopfvenen ebenfalls sekundär erworben ist.

Für das Schema VI ist, meiner Zeichnung zufolge, noch bemerkenswert, dass die Verbindung zwischen den Occipital- und Wirbelkanalvenen durch das Foramen occipitale magnum entstanden ist.

Kopfvenen von verschiedenen Säugetieren.

Es fragt sich nun, wie sich zu dieser eben gegebenen schematischen Darstellung die Zustände verhalten, die bei den verschiedenen Säugern wirklich ausgebildet sind. Dies ist im nachfolgenden zu untersuchen.

Maus.

Der Zustand, den das von mir hergestellte Modell zeigt, entspricht einem Zwischenstadium zwischen Schema III und IV (vgl. Modell und Textfig. 12 u. 13). Die Anordnung der Kopfvenen der 9,5 mm Kopflänge betragenden Maus, die bereits den definitiven Zustand darstellt, entspricht dem Schema VI.

Fledermäuse.

Grosser hat eine eingehende Untersuchung der Kopfvenen von Chiropteren gemacht. Aus dieser Arbeit nehme ich hier folgendes heraus.

Vespertilioniden.

Zunächst seien die Venen in der Schädelhöhle erwähnt. Der S. sagittalis verläuft längs der Mantelkante des Grosshirns nasocaudal. Er teilt sich an seinem nasalen Ende in die beiden Emissaria sphenoidalia, am caudalen in die S. transversi. In die caudale Teilung des S. sagittalis (den Confluens sinuum) münden die V. magna cerebri und die V. longitudinalis mesencephali, welche auf der Decke des Mittelhirns zwischen den Vierhügeln liegt und ihrer Lage und Entwickelung nach vollständig der gleichnamigen der Reptilien entspricht. Der S. transversus verläuft im Ansatze des Tentorium ventralwärts. Er teilt sich alsbald in zwei Schenkel, deren einer innerhalb der Diploë (S. transversus diploeticus) liegt, während der andere in der Dura mater (S. trans-

versus duralis) verbleibt. Der durale Schenkel teilt sich wieder in zwei, von denen einer sich mit dem diploetischen Schenkel vereinigend durch das For. jugulare spurium zur V. jugularis externa (als Emissarium temporale) gelangt, der andere aber dem oberen Bogengange entlang verläuft und zum For. jugulare (verum) herabzieht, wo er sich in die V. jugularis interna fortsetzt. Der letztere Ast des S. transversus duralis mag Sinus sigmoideus heissen. Die zweite Wurzel der V. jugularis interna bildet der S. petrobasilaris. Er verläuft zwischen Schnecke und Hinterhaupt resp. Keilbein und setzt sich nach vorn in den S. cavernosus fort. Dieser liegt medial vom Trigeminus, bildet aber nicht ein Venengeflecht oder einen kavernösen Raum, sondern eine einfache Vene. An der Fissura orbitalis steht er mit der V. fossae pterygoideae in Verbindung; die beiden S. cavernosi hängen hinter der Hypophyse durch den S. intercavernosus untereinander zusammen.

Die V. jugularis interna ist die Abfuhrbahn des S. sigmoideus. In das Gebiet der V. jugularis externa fliessen zwei venöse Bahnen aus der Schädelhöhle hinein; während eine (Emissarium temporale) zu der V. temporalis superficialis gelangt, erreicht die andere (Emissarium sphenoidale) die V. fossae pterygoideae. Die V. jugularis externa nimmt alle Abflüsse aus der V. facialis anterior, V. temporalis superficialis, V. auricularis anterior, V. auricularis posterior, V. lingualis, V. submaxillaris, V. fossae pterygoideae und der V. orbitalis inferior sowie der V. transversa retropharyngea auf.

Das eben erwähnte Verhalten der Kopfvenen der Vespertilioniden entspricht dem Schema VI, nur fehlt der S. petrosus superior.

Bei Rhinolophiden liegen die Dinge in den meisten Punkten ebenso wie bei den Vespertilioniden, doch ist ein Sinus petrosus superior und, wie es scheint, auch ein Sinus

intercavernosus anterior vorhanden, wohingegen auffallenderweise ein Sinus cavernosus fehlt.

Die Befunde der Kopfvenen bei den Makrochiropteren stimmen fast vollständig mit denen der Mikrochiropteren, und zwar mit denen der Vespertilioniden, überein. Infolgedessen unterlasse ich es, weiter darauf einzugehen.

Erinaceus europaeus.

Bei einem Embryo von 5 cm Schnauzen-Schwanz-Länge finde ich folgendes. Der Sinus orbitalis ist gut entwickelt. Die Venen aus der Nasenhöhle und der Oberkiefergegend treten in seine ventronasale Partie hinein, da wo sich der ventrale mit dem dorsonasalen Abschnitt des Sinus vereinigt. Von dieser Stelle gehen zwei Venen nach ventral heraus, von denen die eine medial vom Ganglion sphenopalatinum hinzieht (und als direkte Fortsetzung der Nasen- und Oberkiefervenen betrachtet werden mag), und die andere dorsal am N. maxillaris (V, 2) vorbei nach laterocaudal hinläuft. Die beiden Venen vereinigen sich miteinander wiederum am medialen Umfang des Zygomaticum. Von dieser vereinigten Vene gehen zwei Arme aus; der eine von ihnen begibt sich nasal vom Kaumuskel nach ventral und tritt am hinteren Umfang des Unterkieferastes in die V. facialis hinein; der andere verbindet sich im Zwischenraum zwischen den beiden Pterygoidealmuskeln mit dem Plexus pterygoideus und der V. mandibularis, um dann als V. maxillaris interna nach ventrocaudal zu ziehen.

Aus dem S. orbitalis entspringen zwei Venen, die beide in die Schädelhöhle hineintreten. Die erste Vene (die als Rest der V. cerebralis anterior betrachtet wird) entspringt aus dem ventronasalen Abschnitt des S. orbitalis und tritt mit dem N. opticus zusammen durch das Foramen opticum in die Schädelhöhle hinein, wo sie sich mit der V. collateralis cerebri verbindet. Die zweite Vene, die medial vom N.

maxillaris und dorsal vom Ganglion sphenopalatinum nach caudal verläuft, tritt durch die Fissura supraorbitalis in das Cavum epiptericum hinein, wo sie medial vom Ganglion N. trigemini als S. cavernosus zu finden ist. Der S. cavernosus hat sich also im Cavum epiptericum medial vom Ganglion N. trigemini, lateral von der Art. carotis interna und nasal vom For. caroticum aus der oben geschilderten Vene gebildet. Vor und hinter der Hypophyse bestehen Verbindungen zwischen den beiderseitigen Sinus (S. intercavernosus anterior und S. intercavernosus posterior). Aus dem S. cavernosus geht der S. petrobasilaris nach caudal heraus und verläuft an der Grenzlinie des Basioccipitale mit der Labyrinthkapsel nach dem Foramen jugulare, wo er in die V. jugularis interna hineintritt.

Der S. sagittalis superior vereinigt sich an dem hinteren Pol des Endhirns mit der V. magna cerebri (Confluens sinuum), wo der S. transversus an jeder Seite nach lateral herausgeht. Letzterer gibt am dorsocaudalen Umfang der Labyrinthkapsel durch die Fissura capsuloparietalis von der Schädelhöhle nach aussen eine Vene ab, die sich in der Temporalgegend mit der V. temporalis superficialis vereinigt (Emissarium temporale durch das Foramen jugulare spurium). Dann wird der S. transversus zu dem S. sigmoideus, der an dem ventrocaudalen Umfang der Labyrinthkapsel entlang nach dem For. jugulare verläuft. Im inneren Abschnitt des Foramen jugulare fliesst der S. petrobasilaris in den S. sigmoideus hinein. Nasolateral vom Foramen jugulare findet man ein Loch (es mag Foramen jugulare accessorium heissen), in das die Fenestra cochleae mündet. (Das For. jugulare accessorium stellt einen nasolateralen Teil des For. jugulare dar, der durch eine Knorpelspange — Processus intraperilymphaticus nennt Voit dieselbe beim Kaninchen — von dem Haupt-Foramen abgetrennt wird.) Die Vene des

Labyrinthkapselinnern (Labyrinthvene) tritt aus der Fenestra cochleae neben dem perilymphatischen Sack heraus und fliesst nach dem Durchtritt durch das For. jugulare accessorium in den S. petrobasilaris hinein. Der S. sigmoideus tritt lateral von der Vagusgruppe durch das For. jugulare aus der Schädelhöhle nach aussen, wo er als V. jugularis interna nach caudal hinzieht. Die Venen der Seitenfläche des Kleinhirns und des verlängerten Markes fliessen in den S. sigmoideus hinein.

An der hinteren dorsalen Fläche des Nachhirns finden wir eine geteilte grosse Vene, die an der dorsalen Seite des verlängerten Markes nach caudal verläuft und den Anfangsteil des S. spinalis dorsalis bildet.

Die V. facialis ist gut entwickelt und auch die Venen in der Temporalgegend sind in Ausbildung begriffen. Von der V. capitis lateralis ist keine Spur zu finden; über ein etwaiges Vorhandensein des S. petrosus superior kann ich leider nichts Bestimmtes angeben.

Dieser Zustand der Kopfvenen des älteren Erinaceus-Embryo entspricht dem Schema VI mit der Abweichung, dass noch ein Rest der V. cerebralis anterior vorhanden ist, und ein Sinus petrosus superior fehlt.

Talpa europaea.

Von Talpaembryonen habe ich verschiedene Stadien untersuchen können, wie aus den Vergleichen, welche die Schemata ergeben, zu ersehen ist.

Talpa-Embryo Nr. 3. An der lateralen Seite des Vorderhirns, besonders an der Seitenwand des Zwischenhirns entwickelt sich ein starkes Adernetz, wogegen das Venengeflecht an der Seite des Endhirns sehr schwach ist. Diese gesamten Adernetze bilden die „V. cerebralis anterior“. Das Blut dieser komplizierten V. cerebralis anterior wird in einem Stamm gesammelt, in den auch die abführende Stammvene der Orbita

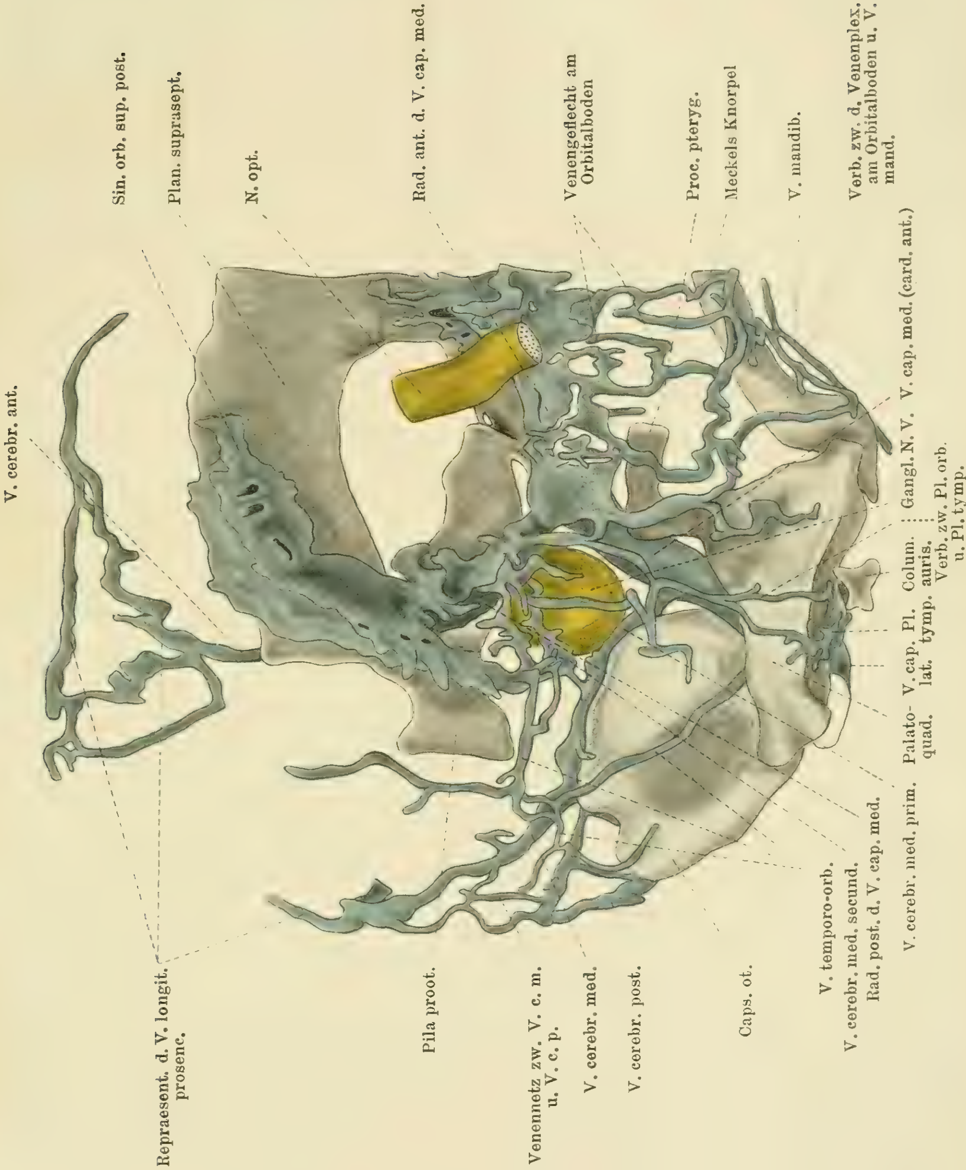


Fig. 5.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

— V. orbitalis inferior — (das Nasenblut fliesst in diese Orbitalvene hinein) hineintritt. Dieser Stamm ist die V. capitis medialis (cardin. ant.). Die V. capitis medialis (card. ant.) verläuft medial vom Ganglion N. trigemini nach caudal, wobei sie an dem dorsocaudalen Umfang desselben Ganglion eine Vene, welche als V. cerebralis media zu bezeichnen ist, aufnimmt. Die V. cerebralis media befindet sich an der lateralen Seite des Mittelhirns; sie ist stark und verbindet sich nach cranial vielfach mit dem vorderen Hirnvenennetze. Die V. capitis medialis (card. ant.) zieht dann zwischen dem Ganglion N. trigemini und dem Ganglion acusticofaciale nach lateral und setzt sich in die V. capitis lateralis fort, die sich an der lateralen Seite des N. facialis und des Labyrinthbläschens nach caudal begibt. Am caudalen Umfang des Labyrinthbläschens fliesst eine kleine Vene, welche an der Seitenfläche des Rhombencephalon sich befindet und V. cerebralis posterior heissen mag, in die V. capitis lateralis hinein. Die V. cerebralis posterior findet man am hinteren Ende des Labyrinthbläschens mit dem N. vagus zusammen. Weiter nach caudal verläuft die V. capitis lateralis am Anfangsteil des Halses lateral von der Vagusgruppe und dem N. hypoglossus. Die Venennetze der beiderseitigen Vv. cerebrales anteriores vereinigen sich miteinander am dorsalen Umfang des Vorderhirns, wobei an dieser Stelle die Anlage des S. sagittalis superior, die noch netzförmig aussieht, zur Entwickelung kommt. Das Bild bei diesem Fall entspricht dem Schema I.

Talpa-Embryo Nr. 5. (Ganze Länge 34 mm.) Die Venenbildung im Bereich der Orbita ist sehr einfach, da die Entwickelung des Auges sehr zurückgetreten ist. Die gut entwickelte V. facialis anterior verläuft an der Aussenseite der Nasenkapsel, des Prämaxillare, des Maxillare und des Mandibulare nach ventrocaudal. Der S. orbitalis verbindet sich einerseits nach medial mit dem Venensinus der

Nasenhöhle, wodurch eine Verbindungsbahn entsteht, die durch den Zwischenraum zwischen dem Os palatinum und der Nasenkapsel quer zwischen dem Orbital- und Nasalvenensinus verläuft; anderseits schickt er nach ventral eine Abflussbahn, die, nachdem sie sich in zwei gesondert hat (die eine von ihnen verläuft medial vom Arcus zygomaticus und vom M. masseter nach ventral, und die andere zieht medial vom M. pterygoideus und Unterkiefer nach ventral hin) in die V. facialis anterior hineinfliesst. Ausserdem haben wir noch zwei Abflussbahnen des Orbitalsinus nach caudal. Die erste von ihnen tritt mit dem N. opticus zusammen in die Schädelhöhle hinein und verläuft in der Fossa infundibulohemisphaerica nach caudal, womit sie die Anlage der V. collateralis cerebri bildet; sie ist die noch erhalten gebliebene V. cerebralis anterior. Die zweite Vene tritt mit dem N. maxillaris durch die Fissura orbitalis superior in die Schädelhöhle und zwar in das Cavum epiptericum hinein, wo sie medial vom Ganglion N. trigemini verläuft und im hinteren Teil desselben Raumes zum S. cavernosus wird. Der S. cavernosus liegt ventromedial vom Ganglion N. trigemini und lateral von der Art. carotis cerebralis (int.) im Cavum epiptericum. Sein caudales Stück erstreckt sich nach caudal selbst bis zur Pars cochlearis der Labyrinthkapsel. Die caudale Fortsetzung des S. cavernosus zieht an dem dorsomedialen Umfang der Labyrinthkapsel nach caudal (dieser Teil ist der S. petrosus superior) und wird an der Innenfläche der Commissura capsuloparietalis von dem S. transversus aufgenommen.

Der Confluens sinuum kommt durch den Zusammenfluss des S. sagittalis superior, der V. magna cerebri und der beiden Ss. transversi (Vv. cerebrales mediae) zustande. Der S. transversus zieht an dem hinteren Umfang des Endhirns nach lateroventral und verläuft

an der Labyrinthkapsel als S. sigmoideus um den dorsocaudalen Umfang derselben nach dem Foramen jugulare hin, wo er lateral von der Vagusgruppe als V. jugularis interna (V. cerebralis posterior) nach aussen tritt. Von dem caudalen Ende des S. sigmoideus geht eine Vene aus, die vor dem Occipitalpfeiler medialwärts und dann durch das Foramen occipitale magnum in den Wirbelkanal tritt, um hier in die Vene überzugehen, die am lateralen Umfang des Wirbelkanals longitudinal verläuft. Auch zwischen der V. jugularis interna und der eben erwähnten Wirbelkanal-Vene besteht eine Verbindung, und zwar durch ein Gefäss, welches zwischen Hinterhaupt und Atlas hindurchtritt. Am inneren Umfang der dem oberen Rand der Ohrkapsel ansitzenden Knorpelplatte, die Fischer Processus opercularis nennt, befindet sich eine kleine Vene, die sich nach medial mit der am inneren Umfang des Foramen jugulare spurium nach caudal verlaufenden Vene (Endteil des S. transversus) verbindet. Aus dem Confluens sinuum geht eine Vene an der dorsalen Seite des Mittelhirns (S. sagittalis mesencephali) nach caudal.

Die Befunde bei dem anderen Talpa-Embryo (Nr. 7, ganze Länge 36 mm) sind fast gleich den eben beschriebenen. Nur habe ich bei diesem Fall als Besonderheit eine Vene bemerkt, die sich in dem Zwischenraum zwischen dem Frontale und der Ala orbitalis befindet, und zur Verbindung der Orbitalvene mit dem S. sagittalis superior bestimmt ist. Durch die Fissura orbitonasalis besteht eine Verbindung zwischen dem Orbital- und Nasenhöhlensinus.

Die beiden eben geschilderten Zustände entsprechen abgesehen von dem Fehlen des S. petrobasilaris dem Schema IV.

Talpa-Embryo Nr. 2. (Ganze Länge 40 mm, Kopflänge 12 mm.) Aus der V. facialis anterior löst sich die V. angularis los, die sich im dorsalen Teil der Orbita mit dem Orbitalsinus vereinigt. Die V. facialis anterior ver-

läuft, wie in den vorigen Fällen, an der lateralen Seite des Maxillare und des Mandibulare nach ventrocaudal.

Zwischen dem S. orbitalis und dem S. sagittalis superior findet man die schon oben erwähnte Verbindungsbahn, die zwischen dem Frontale und der Ala orbitalis hinzieht. Am hinteren Teil des S. orbitalis befindet sich noch eine grosse Verbindung desselben mit den Venen der Nasenhöhle und des Gaumens. Eine Abflussbahn des S. orbitalis verläuft medial vom Zygomaticum und vom M. temporalis anterior nach ventral und zieht dann an der Aussenseite des Unterkiefers entlang, um endlich in die V. facialis anterior hineinzufliessen. Die Vene des hinteren Abschnittes des Gaumens hängt mit den Venen aus der Pterygoidgegend zusammen und begibt sich als V. maxillaris interna medial vom M. pterygoideus internus nach ventral, wo sie am Kieferwinkel in der V. facialis Aufnahme findet. Auch der Orbitalsinus verbindet sich mit der V. maxillaris interna.

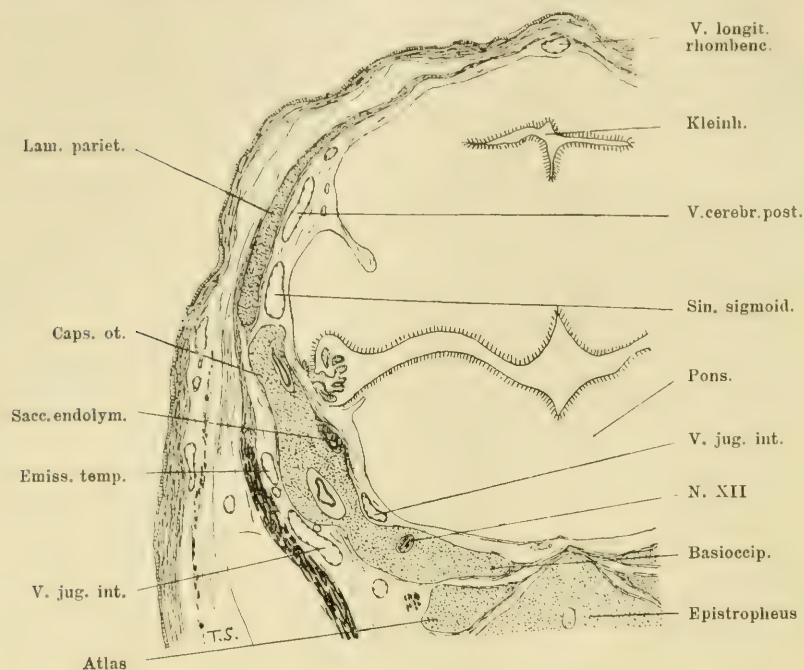
Eine hintere Abflussbahn des S. orbitalis verläuft lateral von der Cartilago sphenoethmoidalis und ventral von der Fissura orbitonasalis nach caudal; sie ist stark sinuös und erreicht, den N. opticus und den N. trigeminus (1 u. 2) begleitend, den dorsalen Umfang der Ala temporalis. An dieser Stelle geht aus der hinteren Abflussbahn des S. orbitalis eine grosse Vene hervor, die mit dem N. opticus zusammen durch das Foramen opticum in die Schädelhöhle hineintritt und in die V. collateralis cerebri übergeht (die ein ventraler Rest der V. cerebralis anterior ist). In der Schädelhöhle befindet sich der Rest der V. cerebralis anterior als V. collateralis cerebri lateral von dem Chiasma N. optici und in der Fossa infundibulohemisphaerica. Gerade an dieser Stelle (an der lateralen Seite des Infundibulum) macht die Vene eine starke Sinusbildung, die anscheinend wie der S. cavernosus aussieht, es aber keineswegs ist, da die Vene direkt an dem Gehirn

liegt und mit der dortigen Duralvene in keinem innigen Zusammenhang steht. Die andere Vene aus der hinteren Abflussbahn des S. orbitalis (die als die direkte Fortsetzung derselben zu betrachten ist) verläuft mit dem N. trigeminus und liegt medial vom Ganglion N. trigemini im Cavum epiptericum. Am lateralen Umfang der Art. carotis interna fängt sie sich allmählich zu erweitern an und wird zum S. cavernosus, der sich vom hinteren Umfang des Ganglion N. trigemini bis zum dorsalen Umfang der Pars cochlearis und nach medial bis zur Hypophyse erstreckt. Vor und hinter der Hypophyse besteht ein S. intercavernosus anterior und ein S. intercavernosus posterior, von denen der letztere besonders deutlich ist. Aus dem S. cavernosus entspringt nach caudal der S. petrosus superior, der an dem dorsomedialen Umfang der Labyrinthkapsel nach caudal hinzieht und nach dem Durchzug durch den Canalis opercularis (Fischer) sich an der Aussenseite der Parietalplatte mit dem S. transversus vereinigt.

Der S. sagittalis superior, die V. magna cerebri, der Confluens sinuum sowie der S. transversus sind vorhanden. Der S. transversus teilt sich an dem inneren Umfang des For. jugulare spurium in zwei Äste. Der eine Ast tritt durch das Foramen jugulare spurium nach aussen und setzt sich nach der Aufnahme des S. petrosus superior in die V. temporalis profunda fort. Der andere Ast (der der S. sigmoideus ist) verläuft um den caudalen Umfang der Labyrinthkapsel nach dem Foramen jugulare, wo er als V. jugularis interna mit der Vagusgruppe zusammen nach aussen heraustritt.

Aus dem Confluens sinuum geht eine Vene median an der dorsalen Seite des Mittelhirns nach caudal (S. sagittalis mesencephali). Diese longitudinale Vene zieht weiterhin in der Mittellinie der dorsalen Seite des Kleinhirns entlang nach

caudal (S. sagittalis rhombencephali oder V. longitudinalis rhombencephali) und setzt sich, nachdem sie an dem caudalen Ende des Kleinhirns eine Teilung erfahren hat, in die paarigen Ss. sagittales rhombencephali fort (Textfig. 16). Man findet auch viele Venen, die aus der Seitenfläche



Textfigur 16.

Querschnitt des Kopfes eines Talpaembryo (No. 2. G. L. 40 mm. K. L. 12 mm) durch den hinteren Teil der Labyrinthkapsel. Schn. 525. Vergr. Zeiss 3:a_2. Auf $^3/_4$ verkleinert.

des Rautenhirns stammen und in den S. sigmoideus hineintreten. Der ventrale Teil des S. sigmoideus, der ein Abkömmling der V. cerebralis posterior ist, nimmt den eben geschilderten S. sagittalis rhombencephali auf. Zwischen dem S. sigmoideus nebst umgebenden Venen und dem Venensystem des Wirbelkanals findet man eine durch das Foramen occipitale

magnum hindurchtretende Verbindung. Der S. petrobasilaris fehlt bei diesem Fall.

Dieser Fall, der sonst dem Schema VI entspricht, weist als individuelle Besonderheit einen gut erhalten gebliebenen, sogar schön entwickelten Rest der V. cerebralis anterior auf. Als interessantes Vorkommnis bei diesem Fall ist ausserdem die in der dorsalen Mittellinie des Gehirns in ganzer Strecke erhalten gebliebene longitudinale Vene zu betrachten.

Galeopithecus (Scheitelsteisslänge 40 mm).

Die V. angularis aus der schon gut entwickelten V. facialis anterior verläuft zunächst nasal vom vorderen Augenwinkel nach dorsal und dann am Margo orbitalis superior entlang nach caudal und verbindet sich schliesslich durch die Incisura supraorbitalis anterior mit dem dorsalen Venensystem der Orbita. An dieser eben geschilderten Vereinigungsstelle von zwei Venen wird noch eine Vene aufgenommen, die dem Venenplexus auf der Siebplatte (an der sie sich mit dem Venensinus der Nasenhöhle verbindet) entstammt, an dem Riechhirn entlang nach caudal hinzieht, und endlich durch einen Kanal des Frontale von der Schädelhöhle in die Orbita hineintritt.

Das Blut des Plexus palatinus wird in die V. maxillaris interna abgeleitet, die auch den Abfluss des Blutes vom Plexus pterygoideus, der in der Pterygoidealgegend liegt, besorgt und medial vom M. pterygoideus internus nach ventrocaudal hinläuft. Die V. maxillaris interna findet in der V. facialis anterior an dem caudalen Umfang des Kieferastes ihr Ende. Die Pterygoidealgegend weist eine plexusartige Abflussbahn des S. orbitalis, die in die V. maxillaris interna eintritt, auf.

Aus dem S. orbitalis inferior, der ventral vom M. obliquus inferior und vom M. rectus inferior liegt, geht eine

Abflussbahn mit dem N. maxillaris nach caudal heraus. Durch die Fissura orbitalis superior tritt sie in das Cavum epiptericum hinein, wo sie sich medial vom Ganglion N. trigemini befindet und zum S. cavernosus wird. Bei diesem Embryo fehlt auffallenderweise die Art. carotis interna. Anstatt dieser findet man eine Arterie, welche mit der V. maxillaris interna zusammenläuft (Art. maxillaris interna) und sich an der Pterygoidealgegend einmal in ein Arteriennetz auflöst. Schliesslich läuft eine Arterie aus diesem Arteriennetz durch die Fissura orbitalis superior in die Schädelhöhle hinein und nimmt die Stelle der eigentlichen Art. carotis interna ein. Der S. cavernosus erstreckt sich nach caudal und steht durch eine Anastomosenbahn, die durch die Fissura basicochlearis nach ventral hinläuft, mit dem Venensinus, der sich an der Ventralseite des Balkenabschnittes der Schädelbasis befindet, in Verbindung. Am caudalen Umfang der Hypophysis besteht ein grosser Verbindungssinus zwischen den beiderseitigen Ss. cavernosi (S. intercavernosus posterior). Der S. intercavernosus posterior liegt innerhalb des Mesenchymgewebes der Plica encephali ventralis. Die Fortsetzung des S. cavernosus bildet der S. petrobasilaris, der sich mit den Venen des Wirbelkanals verbindet. Aus dem hinteren Teil des S. cavernosus geht der S. petrosus superior heraus, der an dem dorsomedialen Umfang der Labyrinthkapsel entlang und dorsal vom Ganglion acusticofaciale nach caudal hinzieht, um in dem S. transversus überzugehen.

Der S. sagittalis superior verläuft an dem dorsalen Umfang der Fissura longitudinalis cerebri nach caudal und vereinigt sich in dem Confluens sinuum mit der V. magna cerebri und den beiden Ss. transversi. Das caudale Stück der V. magna cerebri hat sich bei diesem Fall schon zum S. rectus entwickelt. Die Ausbildung desselben aus der V. magna cerebri scheint meiner Meinung nach mit

der Volumsvergrösserung des Endhirns in einem engen Zusammenhang zu stehen. Der S. rectus, der an der Glandula pinealis seinen Anfang hat, verläuft in dem hinteren Abschnitt der Fissura longitudinalis cerebri nach dorsocaudal zum Confluens sinuum.

Der S. transversus zieht um den caudalen Umfang des Endhirns herum nach ventral und erreicht den dorsocaudalen Teil der Labyrinthkapsel, wo er den S. petrosus superior aufnimmt und gleichzeitig als S. sigmoideus seinen Verlauf an dem ventrocaudalen Umfang der Labyrinthkapsel entlang nach dem Foramen jugulare richtet, durch welches sein Hauptstamm als V. jugularis interna mit der Vagusgruppe die Schädelhöhle verlässt. Die anderen Äste von ihm verbinden sich mit den Venen des Wirbelkanals. Einer dieser Äste tritt aber durch den Canalis N. hypoglossi mit dem gleichnamigen Nerven nach aussen und fliesst nach dem Heraustreten wieder in die V. jugularis interna hinein.

Zwischen der Lamina parietalis und dem Scheitelbein besteht bei diesem Embryo ein grosser Zwischenraum, der eine grosse Vene aufweist, die lateral von der Labyrinthkapsel und der Crista parotica nach ventral verläuft und, nach Durchbohrung der Spitze des Hyale, die Fossa jugularis erreicht, wo sie von der V. jugularis interna aufgenommen wird. Diese Vene zeigt in ihrem Verlauf viele Anastomosen mit dem S. transversus, die durch die Fissura metotica ihren Weg nehmen. Ob irgend eine von diesen vielen Anastomosen wohl dem durch das For. jugulare spurium tretenden sog. Emissarium temporale entspricht, kann ich nach der Untersuchung von nur einem Exemplar nicht beurteilen.

Die Vene an dem Tectum posterius fliesst in den S. sigmoideus, wodurch sie das Blut des Nach- und Hinterhirns in denselben leitet.

An der dorsalen Pharynxwand findet man ein grosses

Venengeflecht, in welches das Blut des Daches von dem Ductus nasopharyngeus und das des hinteren Teiles des Gaumens hineinströmt. Dieser Plexus venosus pharyngeus gliedert sich in zwei Teile. Der eine von ihnen (Plexus praevertebralis), der sich vor der Wirbelsäule nach caudal erstreckt, geht mehrere Verbindungen mit den aus den Foramina intervertebralia heraustretenden Venen ein. Der andere (Plexus basicranialis) liegt an der ventralen Fläche des Basioccipitale, wo er eine Abflussbahn aus dem S. cavernosus, die durch die Fissura basicochlearis hinzieht, aufnimmt. Er erstreckt sich an der angegebenen Stelle nach caudal und tritt durch einen Zwischenraum, der sich zwischen dem Basioccipitale und dem vorderen Bogen des Atlas befindet, in den Wirbelkanal, wo er zum paarigen Sinus vertebralis anterior wird. Ein Ast des S. basicranialis verläuft an der Basicapsulargrenze nach caudal und verbindet sich in dem For. jugulare mit der V. jugularis interna.

Die Venenanordnung bei Galeopithecus volans entspricht bei diesem Falle, der als besondere Eigentümlichkeit den Sinus basicranialis besitzt, dem Schema VI. Die Frage über die Anastomosengebilde in der Temporalgegend lasse ich aus dem oben genannten Grunde offen.

Hund.

(Nach Ellenberger und Baum sowie Dennstedt.)

Der S. sagittalis superior zieht unter der Sutura sagittalis des Schädelgewölbes bis zur Protuberantia occipitalis interna. Hier teilt er sich nicht, wie beim Pferde, in zwei auf den nasolateralen Zeltflächen seitwärts verlaufende Ss. transversi, sondern setzt sich durch eine rundliche, in der Medianebene gelegene Öffnung der hinteren oberen Schädelhöhlenwand in caudoventraler Richtung in einen Kanal fort, welcher in der Schuppe des Hinterhauptbeins, hinter und unter dem Ten-

torium, ähnlich wie beim Pferde quer verläuft und die beiden Ss. transversi verbindet. Der S. rectus nimmt zuerst die V. corporis callosi auf und steigt dann zwischen beiden Hemisphären dorsal, um sich in den Confluens sinuum zu ergiessen, da wo sich der S. sagittalis superior mit den beiden Ss. transversi verbindet. Der S. transversus verläuft in dem Tentorium cerebelli im Sulcus und im Canalis transversus lateral und ventral, und teilt sich über der Spitze der Felsenbeinpyramide in einen nasalen und einen caudalen Ast. Ersterer tritt lateral durch den „Schläfengang" (Ellenberger-Baum; = For. jugul. spurium); letzterer windet sich in medioventraler Richtung durch den Canalis condyloideus nach dem Sinus occipitalis inferior und steht durch eine Öffnung in der nasalen Wand des genannten Kanales mit der Mündung des S. petrosus inferior, sowie durch ein Loch, das aus dem Canalis hypoglossi in die Fossa condyloidea führt, mit der V. condyloidea in Verbindung. Der S. petrosus superior verbindet sich ventronasal mit dem S. cavernosus, verläuft in der Anheftungsstelle des häutigen Zeltes an der Crista petrosa und mündet in den S. transversus an dessen Teilungsstelle über der Felsenbeinspitze. Der S. circularis hat eine nasalwärts offene, einem Hufeisen ähnliche Figur, da der S. intercavernosus nasalis fehlt. Der S. cavernosus steht nasalwärts durch die Fis. orbitalis superior mit der V. cerebrofacialis sowie der V. ophthalmocerebralis in Verbindung und hat seine Lage medial vom Ganglion N. trigemini. Ein Plexus basilaris ist nicht vorhanden. Der S. petrosus inferior entspringt mit breiter Basis aus dem S. cavernosus, zieht anfangs im Canalis caroticus, dann im Canalis petrobasilaris caudolateral und mündet durch das Foramen jugulare in die V. cerebralis inferior (ventralis). Zuvor steht er mit dem caudalen Querblutleiterabflusse in Verbindung. Der S. petrosus inferior gibt

einen starken Zweig ab, der durch die orale Öffnung des Canalis caroticus in die Fossa infratemporalis tritt und sich mit den Anfängen der V. maxillaris interna vereinigt. Der S. occipitalis inferior verbindet sich einerseits mit dem Sinus condyloideus und anderseits mit den Wirbelblutleitern.

Zum Gebiet der V. jugularis externa zählt man die V. maxillaris externa und interna, sowie die V. cerebralis dorsalis, die durch den Canalis temporalis den nasalen Ast des S. transversus ableitet und in die V. maxillaris interna strömt. Die V. jugularis interna ist ganz klein und fängt von der V. cerebralis ventralis, die durch das For. jugulare heraustritt, an.

Das Verhalten der Kopfvenen des Hundes stimmt mit dem Schema VI überein.

Katze.

(Nach Dennstedt.) Bei der Katze fehlt der vordere Ast des S. transversus, der beim Hunde als V. cerebralis dorsalis durch den Canalis temporalis (For. jugulare spurium) in die V. maxillaris interna hineinströmt. Der S. intercavernosus nasalis ist vorhanden, während die Vene, die beim Hund durch den Canalis caroticus hinzieht, fehlt. Das sonstige Verhalten der Kopfvenen der Katze ähnelt im wesentlichen dem des Hundes. Darüber, ob der vordere Ast des S. transversus überhaupt nicht zur Entwickelung kam, oder sekundär verschwunden ist, kann ich kein Urteil abgeben; was das Verhalten anbetrifft, so entspricht es dem Schema V.

Pferd.

A. Dennstedt teilt das ganze Venensystem der Schädelhöhle in zwei Abschnitte, nämlich in das dorsale und das basilare Blutleiter-System; sie haben untereinander gar keine direkte Verbindung.

Das dorsale System setzt sich folgendermassen zusammen: 1. Aus dem ventral von der Crista sagittalis interna des Schädeldaches nasocaudal ziehenden, äusserlich unpaarig erscheinenden, in Wirklichkeit aber aus vielen Venen bestehenden und aus einem Venennetze hervorgehenden Sinus sagittalis superior; 2. aus dem zwischen den Platten des Tentorium cerebelli membranaceum verlaufenden unpaarigen S. rectus, in den die V. magna cerebri, die V. corporis callosi und die Venen der Epiphyse sowie die der Vierhügel hineinströmen; 3. aus dem paarigen S. transversus, welcher durch die Teilung des S. sagittalis superior entsteht, mit dem der anderen Seite sich durch eine quere Anastomose verbindet, und durch den Canalis temporalis (dessen äussere Ausmündung das Foramen jugulare spurium ist) die Schädelhöhle verlässt (ein S. sigmoideus fehlt also, und mit ihm auch eine V. jugularis interna!); 4. aus dem in der Regel paarigen S. occipitalis superior, der sich am Dach der hinteren Schädelhöhlengegend befindet und in den queren Verbindungsast des S. transversus ergiesst; 5. aus dem im häutigen Hirnzelte, nahe am nasomedialen Rande des Felsenbeins aufsteigenden S. petrosus superior, der sich in den S. transversus ergiesst und mit dem S. cavernosus keineswegs in Verbindung steht.

Das basilare System steht mit dem oben erwähnten dorsalen System in keiner direkten Verbindung. Es fängt von dem S. circularis an, der aus den beiden Ss. cavernosi sowie den Ss. intercavernosi (nasalis und caudalis) gebildet wird. Nasal steht der S. cavernosus durch die Fissura orbitalis superior mit den Venen der Orbita und dem sogenannten Ramus communicans superior (V. reflexa nach Ellenberger und Baum? = Verbindungsbahn zwischen der V. facialis anterior und den Orbitalvenen) in direkter Verbindung, kaudal geht er jederseits in den S. petrosus inferior über, welcher durch

das Foramen lacerum die Schädelhöhle verlässt und das Blut aus dem basilaren Sinussysteme zu der V. cerebralis inferior führt. Der S. petrosus inferior steht ausserhalb der Schädelhöhle vermittelst eines durch das Foramen hypoglossi ziehenden Gefässes mit dem S. occipitalis inferior bzw. den Ss. columnae vertebralis in Verbindung. Das Blut des S. occipitalis inferior wird vermittelst der V. cerebralis inferior in die V. maxillaris interna abgeleitet. Ausserdem gibt es da noch viele indirekte Verbindungen des S. occipitalis inferior mit anderen Venenbahnen.

Die V. cerebralis dorsalis (superior) ist, abgesehen von Emissarien, die einzige Ableitungsbahn des dorsalen Venensystems. Das basilare System wird, ausser der Ableitung durch die Ss. columnae vertebralis, von der V. cerebralis ventralis (inferior) abgeführt.

Beim Pferde wird eine der V. jugularis interna der anderen Säuger entsprechende Vene nicht erwähnt. Sämtliches Blut ausserhalb der Schädelhöhle wird durch zwei grosse Hauptbahnen, die V. maxillaris interna und die V. maxillaris externa, in die V. jugularis abgeleitet (Ellenberger und Baum), die wohl der V. jugularis externa der anderen Säuger entspricht. Zur Ergänzung der oben geschilderten Abflussbahnen des Blutes der Schädelhöhle sei bemerkt, dass dasselbe von der V. cerebralis dorsalis vermittelst der V. temporalis superficialis und der V. cerebralis ventralis vermittelst der V. craniooccipitalis in die V. maxillaris interna abgeleitet wird.

Bei dem Vergleich der Kopfvenen dieses Tieres mit dem Schema ergibt sich, dass obgleich beim Pferde der S. sigmoideus fehlt, das Verhalten derselben dem Schema VI entsprechend erklärbar ist. Dennstedt vermutet, dass ein Sinus sigmoideus beim Pferde überhaupt nicht zur Entwickelung kommt; aus vergleichend-anatomischen Gründen möchte ich aber doch

annehmen, dass die Anlage desselben embryonal auftritt, dann aber wieder rückgebildet wird.

Rind.

Auch die Venenbahnen der Schädelhöhle dieses Tieres schildere ich nach Dennstedt. Der S. sagittalis superior liegt mit seinem ersten Drittel als einfaches Gefäss am dorsalen Rande der Falx cerebri. Caudalwärts sich rasch und beträchtlich erweiternd, wird er durch Auftreten einer horizontalen Scheidewand in seinem hinteren Abschnitt sehr kompliziert. In der Gegend des Confluens sinuum ist ein mehr oder minder entwickeltes Adergeflecht an die Stelle des einfachen S. transversus und seiner queren Verbindungsbahn getreten. Der S. transversus gabelt sich über der Spitze der Felsenbeinpyramide. Der vordere Ast zieht durch den Canalis temporalis nach der V. cerebralis superior (dorsalis), die (anders als beim Pferde) durch die V. temporalis profunda in die V. maxillaris interna abgeführt wird. Der hintere Ast, der einem Sinus sigmoideus entsprechen muss, zieht im Bogen ventrocaudal und medial nach dem Canalis hypoglossi, um sich medialwärts durch eine weite Öffnung mit dem Plexus basilaris bzw. dem S. occipitalis inferior zu verbinden und lateral durch ein oder zwei enge Löcher vermittelst der V. condyloidea nach aussen zu ergiessen.

Im basilaren Venensystem wird zunächst der S. circularis erwähnt, der aus den beiden Ss. cavernosi und den die beiden verbindenden Ss. intercavernosi nasalis (ant.) und caudalis (post.) gebildet wird. Der S. circularis setzt sich caudalwärts in das grobmaschige Adergeflecht (dem Plexus basilaris des Menschen entsprechend) fort, welches den Boden der hinteren Schädelhöhlengrube bedeckt und bisweilen den S. petrosus inferior zu ersetzen scheint. Zwischen dem S. cavernosus und dem S. trans-

versus findet man den S. petrosus superior. Der S. rectus tritt in den Confluens sinuum hinein. Der S. basilaris bzw. S. occipitalis inferior wird ausser in die V. condyloidea hauptsächlich in den Venensinus des Wirbelkanales abgeführt.

Die V. jugularis externa entsteht nach Ellenberger und Baum aus der V. maxillaris interna und der V. maxillaris externa, die das Blut aller Gebiete ausserhalb des Schädels centralwärts ableiten. Die von den Autoren als V. jugularis interna bezeichnete Vene hat durch die V. occipitalis bzw. V. condyloidea einen Zusammenhang mit den Venen der Schädelhöhle.

Das Verhalten der Kopfvenen des Rindes entspricht ganz und gar dem Schema VI. Es darf jedoch nicht übersehen werden, dass eine Ableitung des S. sigmoideus durch das Foramen jugulare nicht stattfindet. Wahrscheinlich beruht auch dies auf einem sekundären Bahnwechsel, jedenfalls ist die V. condyloidea eine sekundäre Bahn und als Ersatz der primären durch das For. jugulare mit der Vagusgruppe hinziehenden und dann zurückgegangenen Vene zu betrachten.

Schwein.

(Nach Dennstedt.) Der S. sagittalis ist vorhanden. Aus dem Confluens sinuum geht der S. transversus nach beiden Seiten ab. Die Verbindung zwischen beiden Ss. transversi findet durch einen Querast statt; trotzdem kommt in diesem Bereich auch eine netzähnliche Anordnung der Querblutleiter vor. Beim Schwein verlässt nun der S. transversus in Ermangelung eines ausgebildeten Canalis temporalis (For. jugulare spurium) vermittelst des Sinus sigmoideus die Schädelhöhle durch das For. jugulare (lacerum posterius), nachdem er noch vorher mit dem S. occipitalis inferior und der V. condyloidea in Verbindung getreten ist. Über der Spitze der Felsenbeinpyramide nimmt er einen Blutleiter auf,

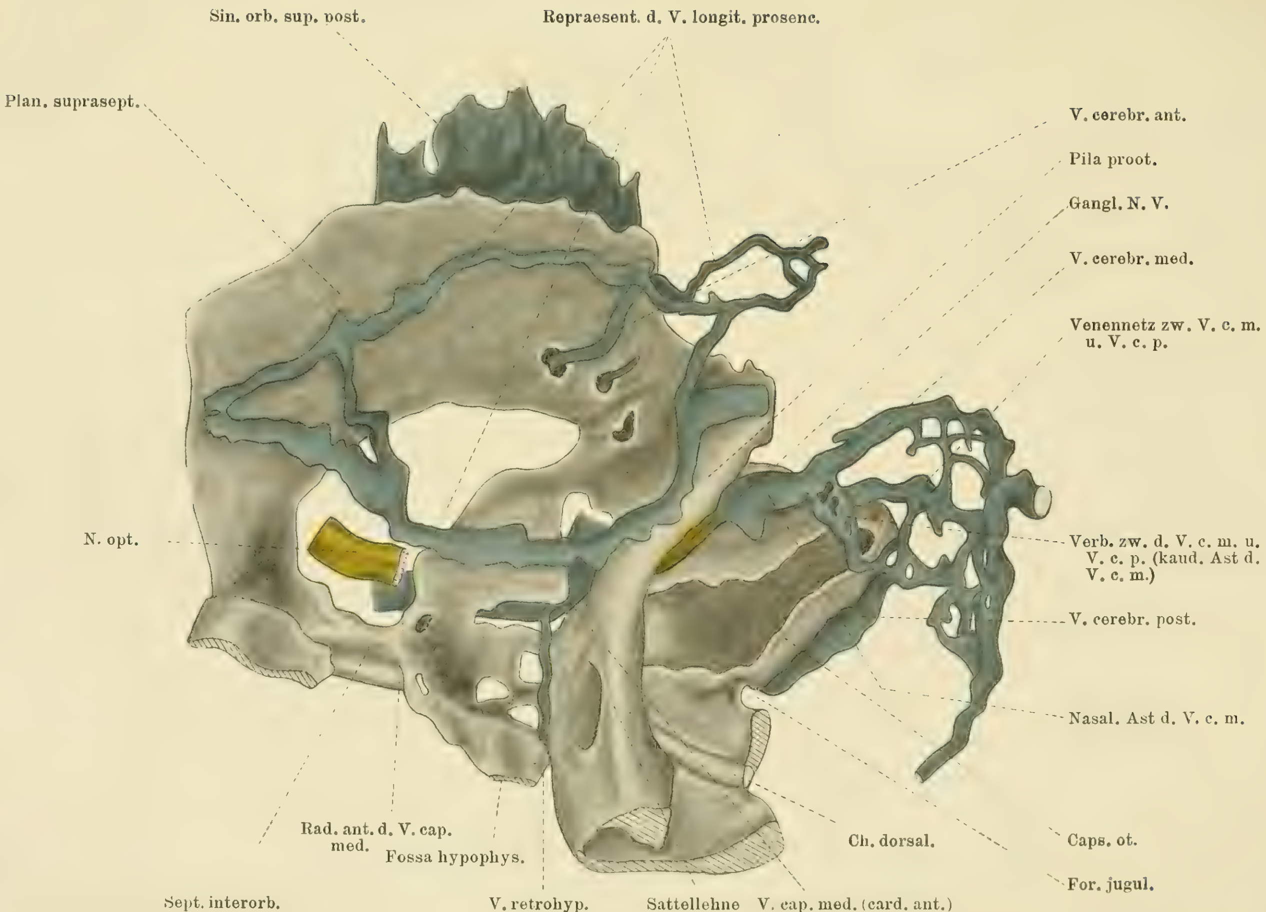


Fig. 6.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

der wohl als der früher durch den Canalis temporalis (For. jugulare spurium) hindurchgegangene, aber jetzt ganz rudimentär gewordene Ast des S. transversus zu betrachten ist. Die Ss. cavernosi und die Ss. intercavernosi nasalis und caudalis sind auf die gleiche Weise wie beim Pferde ausgebildet. Der Plexus basilaris, der sich nasal mit dem S. circularis verbindet und den Boden der hinteren Schädelhöhle bedeckt, geht in den wohl entwickelten S. occipitalis inferior über. Der S. petrosus inferior führt einen Teil des Blutes von dem S. basilaris durch das Foramen jugulare ab.

Nach Ellenberger und Baum weicht die V. jugularis interna nicht wesentlich von der des Wiederkäuers ab. Die V. jugularis externa, V. maxillaris interna und externa stimmen im wesentlichen mit denen des Pferdes überein.

Das Verhalten der Kopfvenen des Schweins gleicht dem Schema V.

Acrobatus pygmaeus.

(Der abgeschnittene Kopf dieses Embryo, dessen Länge nicht mehr feststellbar war, stammt von Herrn Prof. Bolk. Das Primordialcranium ist fast ganz verknöchert, in den Ersatzknochen sind nur noch Spuren von Knorpel vorhanden.)

Die V. angularis leitet das Blut des dorsalen Orbitalraumes in die V. facialis anterior ab. Die Vene des Gaumens (V. palatina) verläuft durch das Os palatinum nach caudal und erreicht den ventralen Umfang des Orbitalbodens, wo sie sich mit der Vene aus der Oberkiefergegend vereinigt. Das aus der Vereinigung beider hervorgehende Gefäss fliesst dann auf dem Orbitalboden in die untere Orbitalvene hinein. Aus der unteren Orbitalvene gehen zwei Ableitungsbahnen heraus. Eine derselben zieht mit dem N. maxillaris nach caudal und tritt durch die Fissura orbitalis superior hindurch in das Cavum epiptericum hinein, wo sie medial vom Ganglion

N. trigemini liegt und zum S. cavernosus wird. Die andere Abfuhrbahn des Orbitalblutes geht medial von dem Arcus zygomaticus (und zwar von dem nasalen Abschnitt desselben) nach ventral hin und fliesst in die V. facialis anterior, an dem vorderen Rand des M. masseter hinziehend, hinein. Während dieses Verlaufes nimmt diese Vene das Blut der Wangengegend auf.

Aus dem S. cavernosus zieht nach ventral eine Bahn, die medial von der Art. carotis interna in dem Canalis caroticus aus der Schädelhöhle nach aussen tritt. Sie verläuft dann der lateralen Seite des Kehlkopfes entlang nach caudal und wird durch die V. thyreoidea, die eine grosse an der lateralen Seite der Schilddrüse verlaufende Vene darstellt, in die V. jugularis interna abgeführt. An dem caudalen Umfang der Hypophyse ist ein starker S. intercavernosus posterior entwickelt. Der S. intercavernosus anterior ist schwach. Das hintere Ende des S. cavernosus setzt sich in den S. petrobasilaris fort, welcher an der Grenzlinie des Basioccipitale mit der Labyrinthkapsel nach caudal zieht. Der S. petrobasilaris begibt sich, nachdem er eine Vene des Labyrinthkapselinnern, die durch die Fenestra cochleae heraustritt, aufgenommen hat, einerseits durch das Foramen occipitale magnum in den Wirbelkanal, wo er sich mit den dortigen Venen verbindet, anderseits durch den Canalis condyloideus nach aussen.

Im Confluens sinuum vereinigen sich der S. longitudinalis superior, die V. magna cerebri und die beiden Ss. transversi. Der S. transversus geht direkt durch das For. jugulare spurium aus der Schädelhöhle nach aussen und setzt sich in die V. temporalis superficialis fort. Bei dem vorliegenden Embryo fehlen der S. sigmoideus und ebenso die V. jugularis interna.

Dieser Fall ist dem Schema VI entsprechend erklärbar, ab-

gesehen von dem Fehlen des S. sigmoideus nebst seiner caudalen Fortsetzung (V. jugularis interna).

Embryo von Didelphys opossum (G. L. 80 mm).

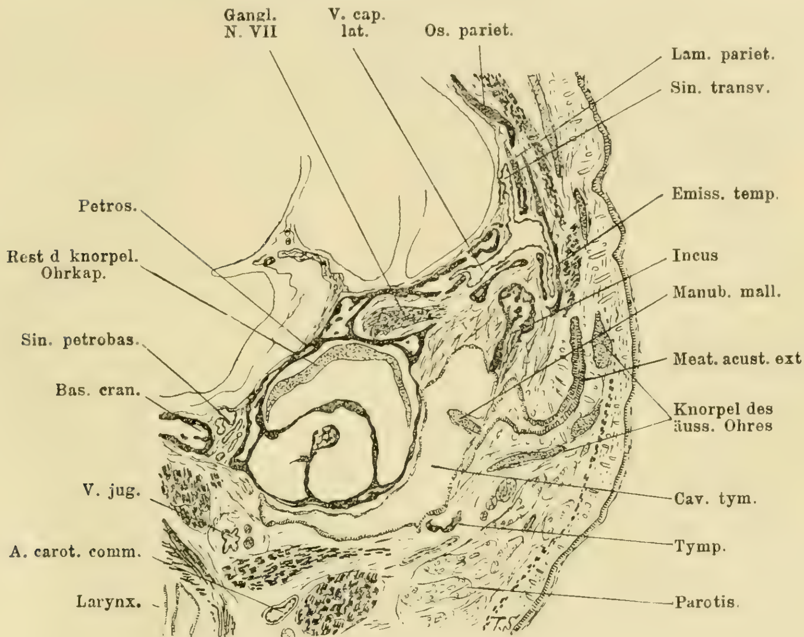
Die das Blut der Nasenhöhle sammelnde Vene tritt durch das For. sphenopalatinum in die Orbita hinein, wo sie sich mit der Orbitalvene verbindet. Die Vene des Gaumens steht auch mit den Orbitalvenen in Verbindung. Aus dem unteren Venennetz der Orbita entspringt eine Abflussbahn, die in die V. facialis anterior hineinfliesst. Eine andere Abflussbahn (V. ophthalmica) des Orbitalblutes tritt mit dem N. opticus und der Art. ophthalmica zusammen durch den medialen Teil der Öffnung, die dem For. opticum plus der Fissura orbitalis superior entspricht, in die Schädelhöhle hinein. (Die Verschmelzung des For. opticum mit der Fissura orbitalis superior ist, wie schon Cuvier angab, für die Marsupialier charakteristisch.) Durch den lateralen Teil der gleichen grossen Öffnung treten der N. ophthalmicus und der N. maxillaris hindurch. In der Schädelhöhle verläuft die V. ophthalmica lateroventral vom N. opticus mit der Art. ophthalmica zusammen nach caudal und erweitert sich allmählich sinuös. An dem nasalen Umfang der Sella turcica, also zwischen den oben geschilderten beiderseitigen Venen hat sich der S. intercavernosus anterior ausgebildet. An der lateralen Seite der Sella turcica und dem medialen Umfang des N. trigeminus (1 u. 2) entlang verläuft die Vene nach caudal, um medial vom Ganglion des Trigeminus den Sinus cavernosus zu bilden. Der S. intercavernosus posterior ist hinter der Hypophyse vorhanden. Aus dem caudalen Abschnitt des S. cavernosus wird hier auch eine Abflussbahn nach ventral abgegeben, die zusammen mit der Art. carotis interna durch den Canalis caroticus an die Aussenseite des Schädels zieht. Diese Abflussbahn verläuft an der Subtemporalfläche, dorsal von den

Pterygoidealmuskeln nach lateral und vereinigt sich mit der Vene des Daches vom Ductus nasopharyngeus. Dann fliesst diese Vene als „V. maxillaris interna", mit der Unterkiefervene (V. alveolaris inferior) sich vereinigend, in die V. facialis hinein. Das Blut des Gaumens wird von der V. maxillaris interna abgeführt.

Der S. cavernosus erstreckt sich weiter nach caudal als S. petrobasilaris. Dieser liegt an dem inneren dorsalen Umfang der Fissura basicochlearis und bildet in dem Bindegewebe, welches die Fissura ausfüllt, schwammige Bluträume. Schliesslich tritt er durch das For. jugulare aus der Schädelhöhle, wobei er nasal von der Vagusgruppe, und zwar durch einen starken Bindegewebsstrang von derselben getrennt, hinzieht, und setzt sich in die V. jugularis interna fort. Ausserhalb der Schädelhöhle vereinigt sich die eben geschilderte Venenbahn mit einer Vene (dem Derivat der V. capitis lateralis), welche an der Aussenseite der Labyrinthkapsel mit dem N. facialis zusammen herabzieht, und gibt dann an der äusseren Seite der Basalplatte einige Äste ab, die durch den Canalis N. hypoglossi sowie den Canalis condyloideus wieder in die Schädelhöhle zurücktreten. Diese zurücktretenden Venen bilden am Foramen occipitale magnum, nach der Aufnahme des S. sigmoideus, den S. foraminis occipitalis magni, welcher sich nach caudal mit den Venen des Wirbelkanals verbindet.

Der S. sagittalis superior, die V. magna cerebri und die beiden Ss. transversi, die im Confluens sinuum miteinander zusammenkommen, sind vollständig entwickelt. Der S. rectus aus der V. magna cerebri ist vollkommen erkennbar. Der S. transversus teilt sich an dem dorsalen Umfang der Labyrinthkapsel in drei Venen, von denen die erste gleich durch das For. jugulare spurium nach aussen tritt und sich in die V. temporalis superficialis fortsetzt, die

zweite nichts anderes als der S. sigmoideus ist, welcher dorsocaudal von der Labyrinthkapsel verläuft, dann aber nicht zum For. jugulare zieht, sondern in den Sinus foraminis occipitalis magni hineintritt und sich durch diesen in die V. jugularis interna ergiesst; während die dritte Vene den Canalis prooticus (Gaupp) durchzieht und als erhaltengebliebene



Textfigur 17.
Querschnitt des Kopfes eines Didelphysembryo (80 mm). Pl. 50, R. 2, Schn. 2. Vergr. Zeiss 1 : a_2. Auf $^5/_6$ verkleinert.

V. capitis lateralis zu betrachten ist (Textfig. 17). Die letztere tritt nach dem Verlauf durch den Canalis prooticus in den Canalis facialis, wo sie den N. facialis trifft. Alsdann verläuft sie mit dem N. facialis zusammen an dem dorsocaudalen Umfang des Steigbügels vorbei und über den dorsocaudalen Umfang des Cavum tympani nach ventral, wo sie endlich an dem äusseren Umfang des For. jugulare in die V. jugularis

interna hineintritt. Bei diesem Fall fehlt also ein Stück des Sinus sigmoideus, das direkt durch das For. jugulare hindurch zu der V. jugularis interna tritt.

Verglichen mit den oben gegebenen Schemata passt dieser Fall zum Schema VI. Die Verschiedenheit im For. jugulare mag für die vorliegende Form charakteristisch sein. Den S. petrosus superior konnte ich nicht wahrnehmen. Interessant ist, dass bei diesem Fall ausser der V. jugularis interna und dem Emissarium temporale, welche bei allen Säugern für die Ableitung des Blutes aus der Schädelhöhle gelten, noch die primitive V. capitis lateralis vollkommen intakt geblieben ist.

Monotremen.

Die Schilderung gebe ich nach Hochstetter.

Echidna aculeata. Die V. jugularis communis entsteht aus dem Zusammenflusse der V. jugularis interna mit der V. jugularis externa. Die erstere besitzt zwei Wurzeln, deren eine als V. occipitalis zu bezeichnende aus dem Canalis temporalis (nach Gaupp)[1]) hervorkommt, während die andere eine mit dem N. facialis aus dem Canalis facialis herausgehende Vene (V. capitis lateralis) ist. Diese zweite ist als ursprüngliche Hauptwurzel der V. jugularis interna zu betrachten. Die V. jugularis externa besitzt zwei Hauptwurzeln, die V. facialis anterior und die V. facialis posterior. In die V. facialis anterior strömen die Oberkiefervene und die Unterkiefervene, wie auch die aus der Orbita herstammenden Venen (als V. orbitalis inferior und superior zu unterscheiden) hinein. Die V. facialis posterior setzt sich aus zwei Wurzeln zusammen. Die eine kommt

---

[1]) Damit ist der Kanal zwischen dem Squamosum und der Labyrinthkapsel gemeint, der als Besonderheit der Monotremen bekannt ist. Er verdient den Namen Canalis temporalis mit grösserem Rechte, als das vielfach ebenso bezeichnete For. jugulare spurium.

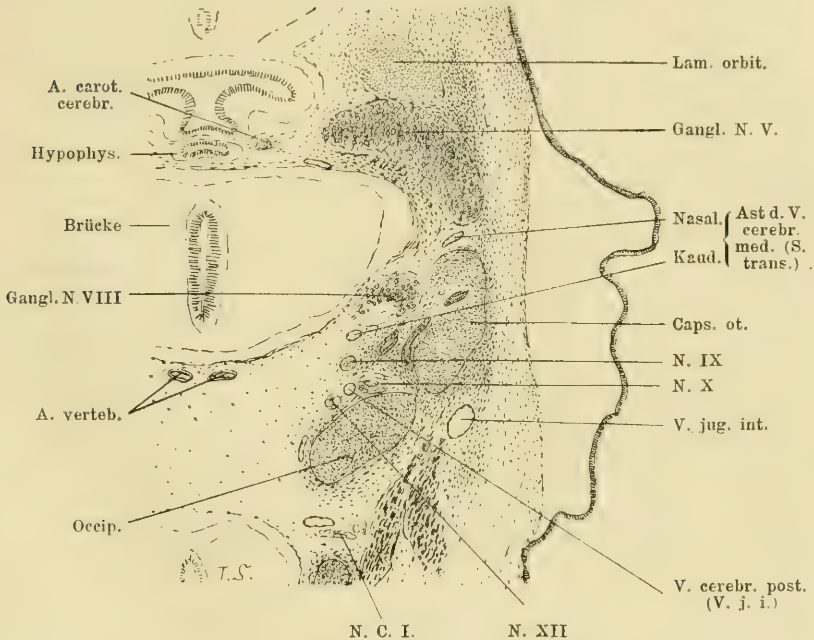
aus der Lücke zwischen dem M. masseter und dem M. depressor maxillae inferioris (M. detrahens mandibulae) hervor; sie ist bis zu dem zwischen dem M. temporalis und dem M. pterygoideus externus gelegenen Venenplexus verfolgbar. Die andere bildet einen Venenplexus, der an der medialen Seite des Kiefergelenkes vorbeizieht.

Von den Venen der Schädelhöhle wurzelt der S. longitudinalis in einer Vene, deren Wurzeln aus der Tela chorioidea über dem Zwischenhirn hervorkommen. Sie steigt senkrecht zwischen den beiden medialen Flächen der Hemisphären auf und wendet sich, nachdem sie die Schädelwölbung erreicht hat, als S. sagittalis superior genau in der Medianebene verlaufend, nasalwärts. An dem vorderen Ende der Schädelhöhle angelangt, biegt der Sinus auf die Siebbeinplatte um, verläuft weiter auf derselben nach caudal und gabelt sich dann an der vorderen Begrenzung der Sattelgrube in zwei Schenkel, die jederseits (wohl durch die Fissura pseudooptica nach Gaupp) in den S. cavernosus münden. Der S. cavernosus erstreckt sich an der Seite der Sattelgrube, lateral durch das Ganglion N. trigemini und den Stamm des Trigeminus bedeckt, nach rückwärts und geht direkt in den S. petrobasilaris über, der zwischen der Pars basilaris oss. occipitis und der Schläfenbeinpyramide zurück bis an die mediale Seite der Austrittsstelle der Vagusgruppe geht (ohne jedoch mit diesen Nerven einen Venenast nach aussen zu schicken), um sich von hier aus über den Gelenkteil des Hinterhauptbeins fortzusetzen und so das For. occipitale magnum zu gewinnen, wo er in die Geflechte der Wirbelvenen hineinströmt. In diese Basalvenenbahn fliessen alle Venen von dem Kleinhirn und der Medulla oblongata hinein. Der S. transversus steht keineswegs in irgendwelcher Verbindung mit den oben erwähnten Venen. Er liegt in der Knochenrinne, die an der Schuppe des Schläfenbeins beginnt, in leichtgebogenem

Verlaufe bis zur Vereinigung der Schläfenbeinschuppe mit der Pyramide herabzieht und hierauf der Grenze zwischen diesen beiden Abschnitten des Schläfenbeins, bis zu einer vor dem Petrosum befindlichen Öffnung, folgt. Er folgt somit bei Echidna nicht dem Ansatze des Tentoriums. Alsdann verläuft der S. transversus (als V. capitis lateralis) in einen Knochenkanal (Canalis prooticus n. Gaupp), der sich mit dem Kanal des N. facialis vereinigt. Ferner zieht er mit dem N. facialis zusammen an der lateralen Partie der oberen Trommelhöhlenwand herab, wo er endlich durch das For. stylomastoideum nach aussen gelangt und zur Hauptwurzel der V. jugularis interna wird.

Ornithorhynchus paradoxus. Die V. jugularis externa besitzt zwei Wurzeln, V. facialis und V. submaxillaris. Die V. jugularis interna ist ein schwaches Gefäss. Sie tritt mit dem N. facialis aus dem Facialiskanal hervor und nimmt sofort eine aus dem For. lacerum posterius (jugulare) kommende, dem Schädelknochen angeschlossen verlaufende Vene, auf. Das basale Venensystem in der Schädelhöhle beginnt mit dem paarigen S. cavernosus, der von nasal an der ventromedialen Seite mit der Orbitalvene in Verbindung steht. An dem vorderen Anfangsteil sind die beiderseitigen Ss. cavernosi so dicht aneinander gelagert, dass sie sogar miteinander kommunizieren. Von der Sattellehne an divergieren dann die beiden Ss. cavernosi wieder und setzen sich als Ss. petrobasilares in der Richtung des For. occipitale magnum fort. Durch das Foramen ovale, wo der dritte Trigeminusast den Schädel verlässt, wird eine Vene von dem S. petrobasilaris abgegeben. In dem For. occipitale magnum stehen die beiden Ss. petrobasilares mit dem Adergeflecht der Wirbelvenen in Verbindung. An der Stelle, wo die Vagusgruppe die harte Hirnhaut durchbricht, mündet in den S. petrobasilaris ein Sinus, der als eine Fortsetzung

des S. transversus dem S. sigmoideus des Menschen entspricht. Die aus der Vereinigung hervorgehende Vene verlässt durch das For. jugulare mit dem N. vagus den Schädel. Vom dorsalen Venensystem wird nun folgendes erwähnt. Das Ende des S. longitudinalis gabelt sich in beide Ss.



Textfigur 18.
Durchschnitt des Kopfes eines Embryo von Echidna aculeata (Semonsche Serie No. 44). Pl. 3, R. 2, Schn. 1. Vergr. Zeiss 1 : A.
Auf 3/4 verkleinert.

transversi, die divergierend und dem Ansatz des Tentorium cerebelli folgend, lateralwärts bis ans Petrosum heran verlaufen, um sich hier zu teilen. Der kaudale Schenkel des S. transversus bildet, wie schon oben gesagt, die dem S. sigmoideus des Menschen entsprechende Venenbahn. Der nasale Schenkel derselben ist schwächer als der caudale und entspricht seiner Lage nach ganz und gar der mit

dem N. facialis verlaufenden Vene bei Echidna. (V. capitis lateralis.)

Aus den ebenfalls von Hochstetter festgestellten entwickelungsgeschichtlichen Vorgängen ergibt sich über den geschilderten Zustand des Venensystems folgendes. Die mit dem N. facialis verlaufende Vene ist nichts anderes, als die V.



Textfigur 19.

Durchschnitt des Kopfes eines Embryo von Echidna aculeata (Semon'sche Serie No. 51 a) Pl. 3°, R. 1, Schn. 1. Vergr. Zeiss 1 : a_2. Auf ³/₄ verkleinert.

capitis lateralis. Eine den N. vagus begleitende Vene, die bei Ornithorhynchus besteht, bei Echidna im ausgebildeten Zustand aber fehlt, ist auch bei dieser Form embryonal vorhanden. Ob bei Echidna die dem S. sigmoideus entsprechende Vene, die bei Ornithorhynchus deutlich vorhanden ist, zur Entwickelung gelangte, bleibt nach Hochstetter ungewiss; ich habe aber selbst in den Semonschen Serien von Echidnaembryonen die Anlage für den S. sigmoideus mit Sicherheit

konstatiert (Textfig. 18 u. 19). Die bei Ornithorhynchus auf der Petrobasilargrenze befindliche Verbindung zwischen dem S. cavernosus und der mit dem Vagus verlaufenden Vene, ist die Anlage des S. petrobasilaris. Bei Echidna kommt embryonal eine andere Verbindung, welche zwischen dem S. cavernosus und dem S. transversus, an der dorsalen Kante des Petrosum entlang verläuft, zur Entwickelung, wird aber dann spurlos zurückgebildet, während sie bei anderen Säugern als S. petrosus superior erhalten bleibt.

Das Verhalten der Kopfvenen von Ornithorhynchus entspricht durchaus einem Übergang des Schemas III in das Schema IV. Bei Echidna gelangen nur die Anlagen der Kopfvenen soweit, später aber finden Rückbildungen statt, so dass der erwachsenen Echidna die dem S. sigmoideus entsprechende bzw. mit dem Vagus das For. jugulare verlassende Vene fehlt. An der medialen Seite des Ganglion N. trigemini bleibt die V. capitis medialis (card. ant.) bei beiden Monotremen erhalten und steht ständig mit der Orbitalvene in Verbindung.

Reptilien.

Wachsplattenmodell der Kopfvenen von Lacerta agilis. (Ganze Länge 33 mm. Kopflänge 5 mm.)

An diesem Modell ist die Schnauzenpartie von dem vorderen Drittel der Orbita an nach vorn absichtlich weggelassen, und nur die linksseitigen Kopfvenen mit dem Primordialcranium sind modelliert. Es ist hier sehr auffallend, dass der Venensinus in der Orbita sehr stark entwickelt ist. Dementsprechend werden wir auch zuerst die Venen ausserhalb der Schädelkapsel betrachten und dann zur Schilderung der im Schädelinnern vorhandenen Venen übergehen.

I. Das Venensystem ausserhalb der knorpeligen Schädelkapsel.

1. Sinus orbitalis (Taf. 30, Fig. 3).

Dieser Sinus hat im ganzen eine von vorn nach hinten langgestreckte ovale Schalenform und wird nur von den in der Orbita liegenden Augenmuskeln und Nerven durchbrochen. Die Sinusschale bildet gegen den Augapfel hin eine Pfanne, in der sich der Bulbus gut bewegen kann, wie der Gelenkkopf in der Gelenkpfanne. Der Sinus erstreckt sich hauptsächlich am Boden entlang, dabei der medialen Wand der Orbita anliegend. Die dorsale Grenze läuft dem dorsalen Rand des Solum supraseptale entlang nach caudal, und zieht dann aussen von der Fenestra epioptica und der Fenestra prootica, etwa entsprechend der Höhenmitte derselben, nach dem hinteren Pol der Schale hin. Die laterale Grenze entspricht ungefähr der Verbindungslinie der Ansatzstellen der Mm. obliquus inferior und rectus inferior an dem Bulbus. Ich werde jetzt einzelne Partien eingehender beschreiben.

Der vordere Abschnitt des Sinus. Das Blut aus dem Venensinus der Nasenhöhle fliesst in diesen Abschnitt des Sinus orbitalis hinein; ausserdem ergibt sich noch, dass eine Vene, die dem ventralen Rand des Septum interorbitale entlang von caudal nach nasal verläuft, in denselben Teil des Sinus hineinfliesst. Dieser Abschnitt hat die Form einer Esslöffelspitze.

Der ventrale Abschnitt des Sinus. Dieser Abschnitt, der sich von dem ventralen Rand des Septum interorbitale nach lateral am Orbitalboden erstreckt, und dessen laterale Grenze ungefähr der Verbindungslinie der Ansätze des M. rectus inferior und des M. obliquus inferior an dem Augapfel entspricht, liegt dorsal von dem Processus pterygoideus Quadrati, krümmt sich demselben entsprechend hinten nach aufwärts und geht so in den hinteren Teil des S. orbitalis

über. Das Blut aus dem hinteren Teil des Gaumens und dem Oberkiefergebiet wird am vorderen lateralen Teil dieses Abschnittes in den S. orbitalis abgeleitet. Die V. palpebralis inferior verläuft am dorsolateralen Umfang des Zygomaticums, der lateralen Grenze des S. orbitalis inferior parallel nach caudal und fliesst am hinteren lateralen Teil desselben in diesen Sinusabschnitt hinein. Wir finden hier also noch drei Löcher und Rinnen, die für das Durchtreten der drei Augenmuskeln (M. obliquus inferior, M. rectus inferior und M. rectus lateralis) bestimmt sind. Ich werde sie der Reihe nach (von vorn nach hinten) beschreiben. a) Für den M. obliquus inferior. Derselbe durchbricht den Sinus schräg von dorsocraniomedial nach ventrocaudolateral. b) Für den M. rectus inferior. Er läuft schräg von mediocaudal nach lateronasal. c) Für den M. rectus lateralis. Er läuft von medionasal nach laterocaudal; die dorsal von ihm gelegene Sinuspartie bildet nur eine schmale Brücke. Aus diesem ventralen Abschnitt entspringt nach hinten hin die V. capitis medialis (cardinalis anterior), die dann weiter caudalwärts in die V. capitis lateralis sich fortsetzt.

Der mediale Abschnitt des Sinus. Dieser Abschnitt liegt an dem Septum interorbitale. Nach vorn geht er in das zugespitzte Ende über, während er nach ventral (abgesehen von den Kanälen, durch die die Augenmuskeln treten) ununterbrochene Kontinuität mit dem ventralen Abschnitt besitzt. Die dorsale Grenze entspricht dem Solum supraseptale. Nach hinten reicht dieser Abschnitt in der Hauptsache nur bis zum N. opticus, der zusammen mit den ihn umgebenden Augenmuskeln (M. rectus superior, M. retractor oculi und M. bursalis) eine Unterbrechung des Gesamtsinus bedingt. Doch erstreckt sich über diesen Gebilden eine engere Verbindungsbahn von dem medialen Sinusabschnitt caudalwärts zu dem hinteren. Diese Verbindungsbahn liegt aussen von der Taenia

parietalis media und dem M. rectus superior. Der mediale Abschnitt des Sinus selbst wird von drei Kanälen, die für den M. obliquus superior, den M. rectus medialis und den M. rectus superior bestimmt sind, durchsetzt. Der für den ersteren liegt vorn und läuft von nasoventral nach dorsocaudal. Der ventrocaudal davon liegende Kanal für die beiden letzteren hat eine von caudal nach nasal ziehende Richtung.

Der hintere Abschnitt des Sinus. Der ventrale Teil des S. orbitalis endet hinten an der Fenestra prootica, der Fenestra metoptica und am vorderen Umfang des Proc. ascendens des Quadratums. Durch die Erweiterung des ventralen Sinusteils an dieser Stelle nach dorsal entsteht der hintere Abschnitt des S. orbitalis. Von hinten nach vorn begrenzt er die grosse Lücke für den N. opticus und die Augenmuskeln. Nach dorsal gibt er die oben erwähnte Venenbrücke ab, die zwischen ihm und dem medialen Abschnitt des S. orbitalis eine Verbindung bildet. Nach caudal nimmt er die Form des Venenplexus an und setzt sich schliesslich in die V. temporoorbitalis fort.

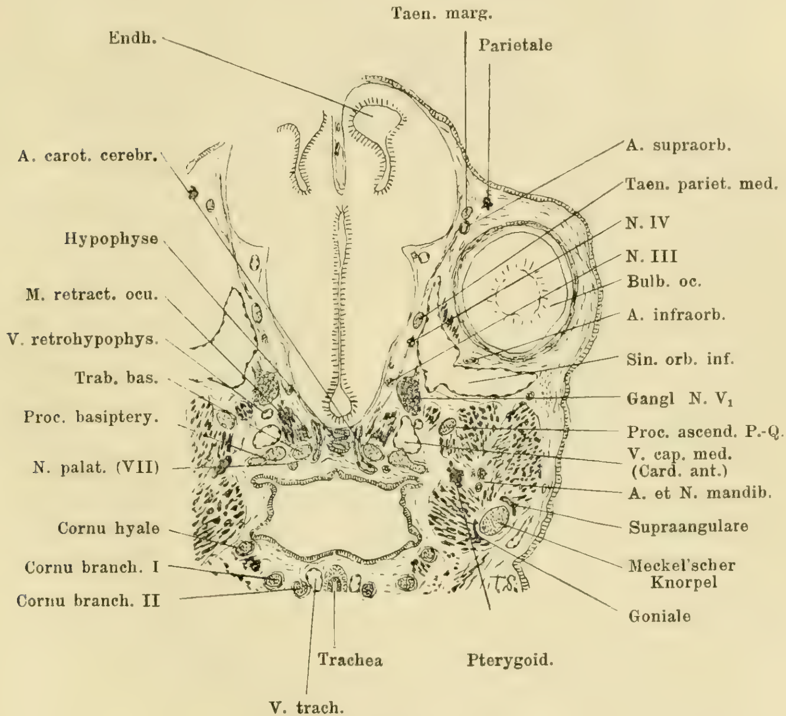
V. palpebralis superior. Diese Vene verläuft im oberen Lid nach caudal und fliesst in den Venenplexus des hinteren Abschnittes des S. orbitalis.

2. Abflussbahnen des Orbitalsinus.

Als die Abflussbahnen des S. orbitalis zählen wir zwei Venen. Die eine von ihnen ist gross und stellt die V. capitis medialis nach Grosser (V. facialis nach Rathke) dar. Sie geht nach hinten in die V. capitis lateralis direkt über. Die andere ist klein und wird als V. temporoorbitalis bezeichnet.

a) V. capitis medialis und V. capitis lateralis (Taf. 30 u. 31, Figg. 3 u. 4). Gerade an dem lateralen Umfang der Übergangsstelle der Trabecula baseos in den ventralen Rand

des Septum interorbitale entspringt die V. capitis medialis aus der ventralen Seite des Sinus orbitalis. Noch genauer gesagt, hat die Vene ihren Ursprung an der vorderen Hälfte des freien medialen Randes des ventralen Orbitalsinus, der die Lücke für den N. opticus und einige Augenmuskeln ventral

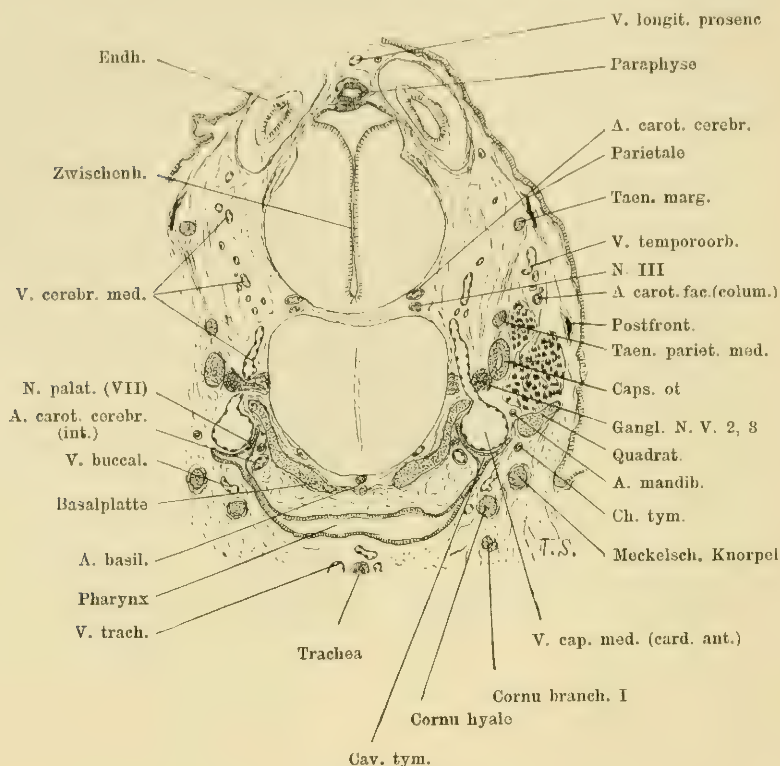


Textfigur 20.

Querschnitt des Kopfes eines Eidechsenembryo (Lacerta agilis, G. L. 33 mm, K. L. 5 mm) durch den hinteren Teil der Orbita. Schn. 171. Vergr. Zeiss $3:a_2$. Auf $^5/_6$ verkleinert.

begrenzt, und zwar lateral von dem M. rectus lateralis. Die Vene verläuft ventral vom M. rectus lateralis, vom M. bursalis und vom lateralen Umfang der Trabecula baseos dieser parallel nach caudal. Ferner tritt sie dorsal über den Proc. basipterygoideus herüber, medial vom M. pterygomandibularis und

ventral vom Ganglion N. trigemini I (Textfig. 20). Dem Ganglion des N. trigeminus II und III gegenüber nimmt die Vene eine ventromediale Lage ein (Textfig. 21). Die Strecke der Vene, die eben geschildert wurde, ist ihrer Lage nach



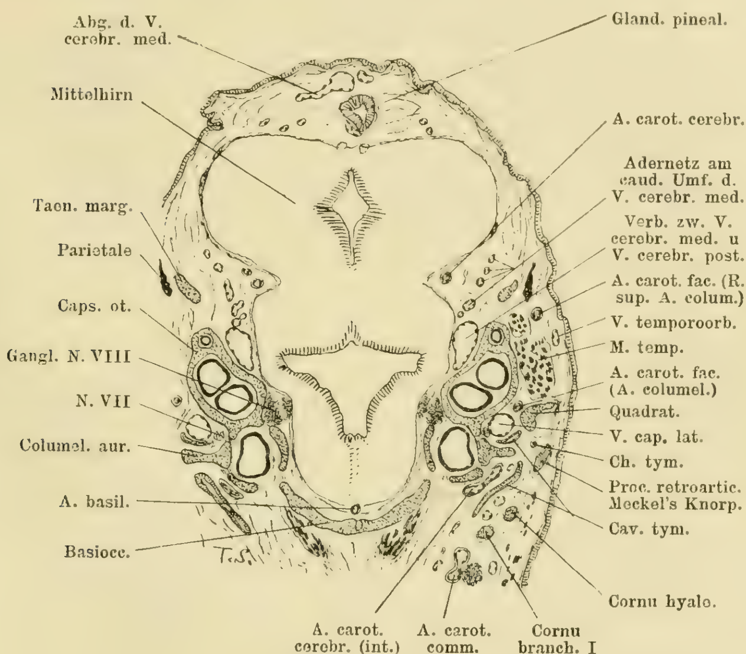
Textfigur 21.

Querschnitt des Kopfes eines Eidechsenembryo (Lacerta agilis. G. L. 33 mm. K. L. 5 mm) durch den vorderen Umfang der Labyrinthkapsel. Schn. 195. Vergr. Zeiss 3: a_2. Auf $^5/_6$ verkleinert.

sicher als der Rest der früheren „V. capitis medialis (card. ant.)" zu betrachten, worüber ich später genauer handeln werde. Die sich an dieselbe anschliessende Strecke, die an dem hinteren Teil der Incisura prootica (am caudalen Umfang

des Ganglion N. trigemini) anfängt, ist die „V. capitis lateralis“.

Die V. capitis lateralis geht aussen von der Incisura prootica vorbei und verläuft dann lateral von der Labyrinthkapsel und medial vom Quadratum in der seichten Rinne



Textfigur 22.

Querschnitt des Kopfes eines Eidechsenembryo (Lacerta agilis, G. L. 33 mm, K. L. 5 mm) durch die Fenestra cochleae. Schn. 217. Vergr. Zeiss 3 : a_2. Auf $^5/_6$ verkleinert.

zwischen der Prominentia recessus utriculi sowie der Prominentia ampullaris lateralis einerseits und der Prominentia cochlearis anderseits. Am vorderen Ende dieser Rinne tritt der N. facialis durch das Foramen N. facialis nach aussen durch und begleitet die Vene an ihrer medialen Seite. Die Vene geht mit dem Nerven zusammen über die Columella

auris und das Dach des Cavum tympani (Textfig. 22). Am caudalen Umfang der Columella auris trennt sich der N. facialis von der Vene und verläuft ventral von der V. capitis lateralis, an dem caudalen Umfang der Columella auris entlang quer nach lateral, biegt am caudalen Teil der Ursprungsstelle des Proc. internus der Columella auris nach ventral um und zieht dann nach den von ihm versorgten Muskeln. Die Vene dagegen, die sich hier mit der Art. carotis facialis von Rathke (Art. columellaris von mir, die der Art. stapedia von Säugern entspricht) kreuzt, biegt gerade nach ventral um und verläuft in der seichten Rinne zwischen der Crista parotica und dem hinteren Teil der Prominentia cochlearis nach dem Hals. Die V. temporoorbitalis und die V. buccalis (Bruner) werden an dieser Umbiegungsstelle von der Vene aufgenommen.

Am Hals verläuft die V. capitis lateralis lateral von der Vagusgruppe, dem N. hypoglossus und der Art. carotis und fliesst dann als V. jugularis in den Ductus Cuvieri hinein.

b) V. temporoorbitalis (Taf. 30, Fig. 3). Die V. temporoorbitalis entspringt aus dem Venenplexus am caudalen Abschnitt des S. orbitalis und zieht dem Verlauf der Art. carotis facialis entsprechend an dem dorsolateralen Umfang des M. temporalis nach caudal. An der der Mitte der Prominentia ampullaris lateralis entsprechenden Stelle vereinigt sie sich mit einer anderen Vene, die an der äusseren Seite des Parietale nach ventral zieht, sowie mit einer dritten Vene, die von hinten herkommt. Es fliessen somit hier drei Venen zusammen, von denen die von vornher kommende die stärkste ist, so dass auch das aus der Vereinigung der drei hervorgehende Gefäss, das ventralwärts verläuft, den Namen derselben — V. temporoorbitalis — beibehalten mag. Dieser Stamm entsteht somit aus dem Zusammenfluss dreier Gefässe, die als Radix anterior, media s. dorsalis und posterior be-

zeichnet werden können. Der Hauptstamm, der V. temporo-orbitalis genannt ist, verläuft an der lateralen Seite des M. temporalis, einen dorsalwärts konvexen Bogen beschreibend, nach ventral, und verbindet sich mit der V. capitis lateralis, an der lateralen Seite der Crista parotica vorbeiziehend.

3. Venen des Unterkiefers (Taf. 30, Fig. 3).

a) V. mandibularis externa. An der Aussenseite des Dentale und des Supraangulare verläuft sie nach caudal.

b) V. submentalis. Sie verläuft zunächst an der Ansatzlinie des M. mylohyoideus dem Unterkieferknochen entlang nach caudal und dann an der äusseren Seite des Angulare schräg nach dorsal. An dem äusseren Umfang des Supraangulare zieht die V. submentalis mit der V. mandibularis externa beinahe parallel und vereinigt sich schliesslich mit ihr in eine Vene, die noch weiter kaudalwärts hinläuft.

c) V. mandibularis interna. Im Primordialkanal des Unterkiefers verläuft sie zunächst der inneren Seite des Dentale entlang, dorsolateral von der Art. mandibularis sowie von dem N. mandibularis und dann an der Innenseite des Supraangulare nach caudal. An der Stelle, wo der N. mandibularis und die Art. mandibularis in den Canalis primordialis (Aditus canalis primordialis) hineintreten, ist die Vene durch eine Muskelmasse, die in den Primordialkanal als Fortsetzung des Kaumuskels hineindringt, von der Arterie und dem Nerven getrennt. Nahe dem caudalen Ende des Supraangulare tritt die Vene aus dem Knochenkanal durch eine Öffnung nach aussen und vereinigt sich mit der V. mandibularis externa. Am Dentale sind viele Anastomosen zwischen den inneren und äusseren Unterkiefervenen durch die Foramina dentofacialia vorhanden.

Die Vene (V. mandibularis), die durch die Vereinigung der inneren und äusseren Unterkiefervenen gebildet wird

(Taf. 30, Fig. 3), ist an der lateralen Seite des Unterkiefers sinuös angeschwollen. Dann verläuft sie lateral von der Spitze des Hyale nach dem Hals und tritt schliesslich in die V. jugularis hinein. Diese Eintrittsstelle habe ich hier nicht modelliert.

Am Schlusse möchte ich noch eine Vene am Mundboden kurz beschreiben. Die V. buccalis (nach Bruner) verläuft im lateralen Teil des Mundbodens nach caudal. Am hinteren Umfang des Cornu hyale des Zungenbeins findet man eine grosse Venenanastomose, die dorsal vom Zungenbein, transversal zwischen der V. buccalis und der V. trachealis zieht. Diese Verbindung bedeutet für die V. buccalis einen Hauptabfluss des Blutes. Direkt nach caudal gibt es dort noch zwei Fortsetzungen aus der V. buccalis, die dorsal vom Hyale parallel nach caudal verlaufen und sich am Ende des Hyale wieder vereinigen. Die neugebildete Vene zieht am Rachenboden nach caudal und tritt schliesslich in die V. jugularis an ihrer nasalen Wand hinein.

II. Venöse Bahnen innerhalb der Schädelkapsel.

Wenn wir die Venen im Schädelinnern betrachten, können wir sofort eine dorsale in der Mitte longitudinal laufende Vene und paarige aus der genannten nach lateral ablaufende Bahnen wahrnehmen.

1. Die dorsale longitudinale Vene.

Wir finden hier eine verschieden gestaltete longitudinale Bahn, die schon am Riechhirn anfängt und sich der dorsalen Hirnwölbung entlang die ganze Strecke bis zum Foramen occipitale magnum hinzieht. Diese Bahn wird in vier Abschnitte geteilt, die sämtlich eine andere Bedeutung haben.

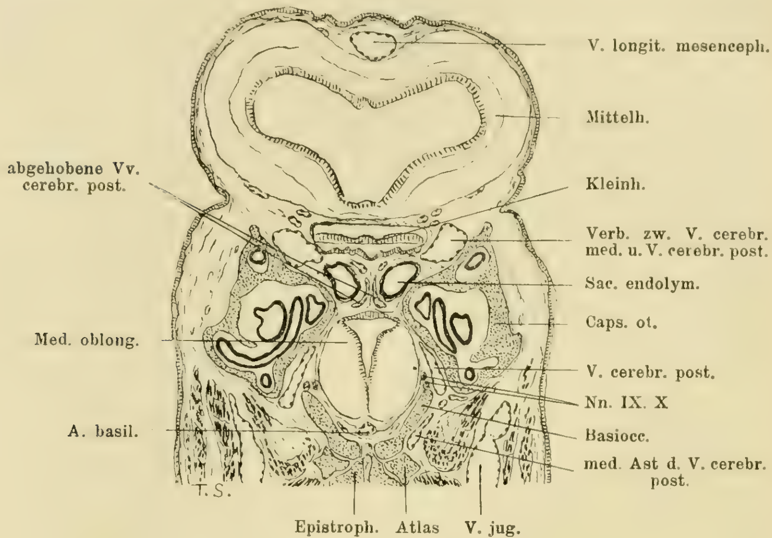
Der erste Abschnitt ist schmal und lang (Taf. 30 u. 31, Figg. 3 u. 4). Anfangs ist er paarig, wird aber dann durch die Vereinigung der paarigen Abschnitte unpaar und verläuft am

dorsalen Umfang der Fissura longitudinalis cerebri zwischen den Endhirnhemisphären nach caudal. Der caudale Teil des Endhirns zieht sich an der Seite des Zwischenhirns jederseits eine Strecke weit ventralwärts herab; infolgedessen nähert sich hier die Venenbahn allmählich dem Zwischenhirndach und erreicht die Glandula pinealis und das Parietalorgan. Diese schmale longitudinale Vene ist die V. longitudinalis prosencephali. Aus dem Plexus chorioideus ventriculi III stammt eine Vene, die gleichzeitig aus beiden Plexus chorioidei ventriculi laterales Blut aufnimmt. Diese letzte Vene heisst V. magna cerebri. Die V. magna cerebri fliesst an der Glandula pinealis in die V. longitudinalis prosencephali hinein. In der Umgebung der Glandula pinealis entwickeln sich aus derselben kleine Venenseen, in denen die Pinealdrüse liegt. Der jetzt noch erhaltene, wenn auch sehr reduzierte Stiel des Parietalorgans durchbohrt den Endteil der longitudinalen Vene, infolgedessen findet man dementsprechend an der Stelle am Modell ein Loch (Taf. 30 u. 31, Figg. 3 u. 4). (Später wird das Parietalorgan von dem Gehirn völlig abgeschnürt.) Ventral von dem Endbläschen des Parietalorgans erweitert sich plötzlich die V. longitudinalis prosencephali stark. Zwischen der Glandula pinealis und dem Parietalorgan wird von derselben Vene je eine Venenbahn nach beiden Seiten abgegeben (Taf. 30 u. 31, Figg. 3 u. 4).

Der zweite Abschnitt fängt an der eben geschilderten sich erweiternden Stelle (die der Grenze des Zwischenhirns gegen das Mittelhirn entspricht) an (Taf. 30 u. 31, Figg. 3 u. 4). Er zieht in der Dorsalrinne des Mittelhirns, welche sich zwischen beiden Hügeln desselben befindet, nach caudal und erreicht den dorsonasalen Umfang des Hinterhirns. Dieser Abschnitt ist am Anfang sehr weit, dann verschmälert er sich allmählich bis zu einer etwa der Längenmitte entsprechenden sehr engen Partie, hinter der er aber wieder eine Erweiterung erfährt.

Am hinteren Ende, das wieder bedeutend gross ist, findet man an der Venenwand einen Einschnitt. Der geschilderte zweite Abschnitt mag V. longitudinalis mesencephali heissen (Textfig. 23).

Dann folgen paarige, ganz eng nebeneinander liegende, dünn abgeplattete Bahnen nach caudal (Taf. 31, Fig. 4). Sie liegen zwischen beiden endolymphatischen Säcken, welche



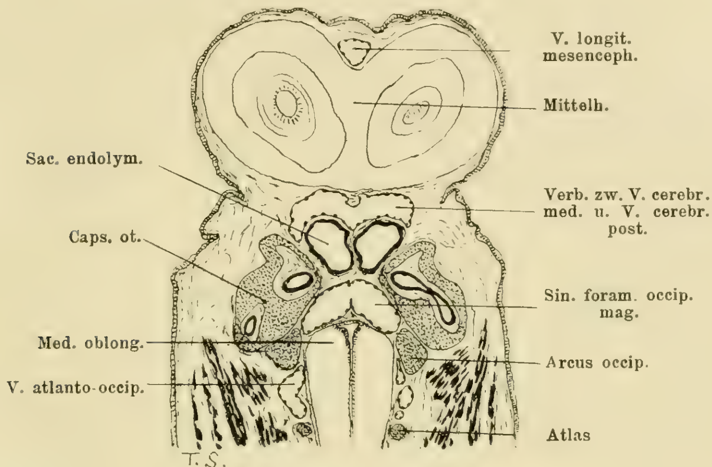
Textfigur 23.

Querschnitt des Kopfes eines Eidechsenembryo (Lacerta agilis. G. L. 33 mm. K. L. 5 mm) ungefähr durch die Mitte der Labyrinthkapsel. Schn. 249. Vergr. Zeiss 3 : a_2. Auf 5/6 verkleinert.

in der Schädelhöhle stark aufgebläht sind und dorsal vom Nachhirn ihre Lage haben (Textfig. 23). Bemerkenswert ist, dass diese beiden Venen dicht nebeneinander liegen, so dass sie sich in der Mittellinie berühren. Ich komme hierauf noch einmal zurück.

Dorsal vom Nachhirn, an der Innenfläche des Tectum posterius, findet man einen grossen sich quer erstrecken-

den Sinus (Taf. 31, Fig. 4). Nach nasal verbindet sich derselbe mit den oben geschilderten abgeplatteten Venen. Der vordere Teil des Sinus wird durch eine flache Einbuchtung der Wand in zwei Hälften geteilt, die sich in die beiden oben erwähnten abgeplatteten Venen fortsetzen. Dieses Bild zeigt uns, dass dieser Sinus durch die Verschmelzung der lateral



Textfigur 24.

Querschnitt des Kopfes eines Eidechsenembryo (Lacerta agilis, G. L. 33 mm, K. L. 5 mm) durch den hinteren Teil der Labyrinthkapsel. Schn. 261. Vergr. Zeiss 3 : a 2. Auf 5/6 verkleinert.

liegenden zwei Venensinus entstanden ist. Der Sinus erreicht das Foramen occipitale magnum und mag seiner Lage nach Sinus foraminis occipitalis magni heissen (Textfig. 24).

2. Die nach lateral verlaufenden Venen.

Am Ende der V. longitudinalis prosencephali, wo dieselbe die Glandula pinealis und das Parietalorgan trifft, wird je eine Vene von derselben nach beiden Seiten geschickt (Taf. 30 u. 31, Figg. 3 u. 4; Textfig. 22). Dies ist die V. cerebralis media.

Sie verläuft an dem hinteren Umfang des Endhirns, dann an der Seite des Mittelhirns nach lateroventral und löst sich in ein Venennetz auf, das am inneren Umfang der Fenestra prootica zu finden ist. Das Venennetz spannt sich zwischen der V. cerebralis media und einer grossen, am dorsalen Rand der Labyrinthkapsel liegenden Vene aus, die nachfolgend erörtert werden soll. Aus dem Netz entspringt eine Vene, die als eine Abfuhrbahn bestimmt ist. Dieselbe tritt durch die Incisura prootica nach der Aussenseite des Schädels heraus, caudal am Ganglion N. trigemini (II und III) vorbei und strömt in das Ende der V. capitis medialis (card. ant.) hinein (Textfig. 21). Die V. cerebralis media ist nicht so einfach gestaltet wie gewöhnliche Venen, da an ihr Spuren einer Plexusbildung wahrnehmbar sind.

Nun komme ich zur Beschreibung der am dorsalen Umfang der Labyrinthkapsel liegenden Vene (Taf. 31, Fig. 4). Sie ist sehr stark und doch als Verbindung zwischen der V. cerebralis media und der V. cerebralis posterior oder als caudaler Arm der V. cerebralis media zu deuten. (Infolgedessen ist die oben als direkte Abflussbahn der V. cerebralis media geschilderte Vene als cranialer Arm derselben zu betrachten.) Diese grosse Vene (die Verbindungsbahn zwischen der V. cerebralis media und der V. cerebralis posterior) verläuft dorsal von der Labyrinthkapsel (Textfigg. 22 u. 23), und zwar an dem dorsomedialen Umfang der Prominentia ampullaris anterior entlang nach dorsocaudal, dorsal vom endolymphatischen Sack und dorsocaudal am Hinterhirn vorbei, um sich endlich mit dem Endteil der V. longitudinalis mesencephali zu verbinden (Textfig. 24).

Aus dem Sinus foraminis occipitalis magni werden zwei grosse Venen nach lateral abgesandt (Taf. 31, Fig. 4). Die eine (V. cerebralis posterior) von ihnen verlässt lateral von der Vagusgruppe durch das Foramen jugulare (den

caudalen Teil der Fissura metotica), die Schädelhöhle und teilt sich ausserhalb des Schädels gleich in zwei Äste. Der erste Ast der V. cerebralis posterior verläuft an der ventralen Seite der Prominentia ampullaris posterior nach lateral und tritt in die V. capitis lateralis hinein. Der zweite Ast geht um die äussere Seite des Arcus occipitalis herum nach ventral und verbindet sich mit der folgenden Vene (Textfig. 23). Die andere Vene aus dem Sinus foraminis occipitalis magni verlässt durch das Foramen occipitale magnum die Schädelhöhle und tritt an dem caudalen Umfang des Arcus occipitalis entlang aus der Atlantooccipitallücke nach aussen hervor (Textfig. 24), wo sie sich, wie schon gesagt, mit dem zweiten Ast der V. cerebralis posterior verbindet. Sie mag V. atlanto-occipitalis heissen. Der Arcus occipitalis wird somit von einem in der geschilderten Weise (aus der V. cerebralis posterior und der V. atlantooccipitalis) gebildeten Venenring umschlossen. Die V. atlantooccipitalis hat eine Verbindung mit der V. spinalis im Wirbelkanal. Der S. foraminis occipitalis magni verbindet sich auch direkt mit der V. spinalis posterior.

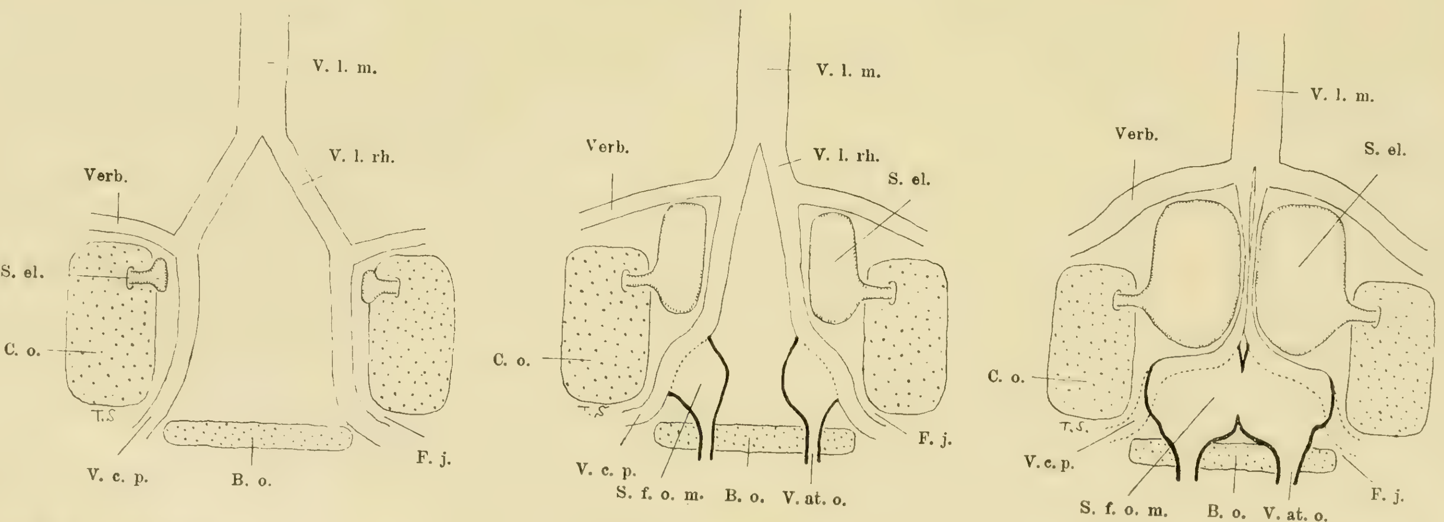
Wie schon kurz gesagt, liegen zwischen beiden Sacci endolymphatici nebeneinander zwei abgeplattete Venen, die streckenweise auch schon zu einem Sinus verschmolzen sind: die hinteren Teiläste der V. longitudinalis mesencephali oder Vv. longitudinales rhombencephali. Auf jüngeren Stadien laufen sie dorsal vom Rhombencephalon divergierend nach lateroventral, und eine jede erreicht den caudalen Umfang der Labyrinthkapsel (Textfig. 29), wo der caudale Arm der V. cerebralis media (die Verbindungsbahn zwischen der V. cerebralis media und der V. cerebralis posterior) in sie hineinfliesst. Dann setzt sich die V. longitudinalis rhombencephali direkt in die V. cerebralis posterior fort, die an dem caudalen Umfang der Labyrinthkapsel entlang nach dem Foramen jugulare zieht. In der Nähe desselben

teilt sie sich, wie schon geschildert, in zwei Äste. Die Partie, an der diese Teilung erfolgt, erweitert sich stark nach dorsal, und kommt dadurch an der Unterfläche des Tectum posterius mit der der anderen Seite in Berührung. Daraus geht dann später eine Verschmelzung, die Bildung des Sinus foraminis occipitalis magni, hervor. Eine weitere Veränderung erleidet der vor dieser Gegend am caudalen Umfang der Labyrinthkapsel gelegene Abschnitt der V. cerebralis posterior. Er wird nämlich durch die starke Entwickelung des endolymphatischen Sackes von der Labyrinthkapsel nach dorsomedial verdrängt und erreicht schliesslich den dorsalen Umfang des Rhombencephalon. Dadurch wird gleichzeitig auch die Einmündung des caudalen Armes der V. cerebralis media in die V. longitudinalis rhombencephali medialwärts verschoben und die V. longitudinalis rhombencephali selbst verkürzt. Daraus wird es klar, dass die zwischen den Ss. endolymphatici liegenden abgeplatteten Venen Derivate der Vv. longitudinales rhombencephali sowie der Vv. cerebrales posteriores sind. Um den eben geschilderten komplizierten Veränderungsvorgang übersichtlich darzustellen, habe ich ihn in der Textfigur 25 durch drei schematische Bilder veranschaulicht.

Anschliessend möchte ich noch eine kleine, aber bedeutungsvolle und interessante Vene erwähnen. Am dorsalen Umfang vom Proc. basipterygoideus gibt die V. capitis medialis (card. ant.) nach medial einen Venenast ab. Dieser Zweig zieht ventral vom Ganglion N. trigemini I, caudal von den hinteren Augenmuskeln (M. bursalis, M. retractor oculi) quer nach medial und tritt in der ventrokaudalen Ecke der Fenestra metoptica in die Schädelhöhle hinein. In dem Cavum cranii kreuzt sie sich mit der Art. carotis cerebralis, die in die Schädelhöhle hineintritt, von caudal und verläuft dann, an dem dorsalen Umfang der Crista sellaris entlang, welche die caudale Begrenzung der Fenestra hypophysea bildet, nach medial.

Textfigur 25.

Schematische Darstellung des durch die Aufblähung der endolymphatischen Säcke hervorgerufenen Veränderungsvorganges der venösen Bahnen im hinteren Schädelraum bei Eidechsen. Es bedeuten: feinlinige die ursprünglichen, dicklinige die sekundär auftretenden, punktiertlinige die sekundär zurücktretenden Venenbahnen.



V. l. m. = V. longitudinalis mesencephali, V. l. r. = V. longitudinalis rhombencephali, V. c. p. = V. cerebralis posterior, Verb. = Verbindungsbahn zwischen V. cerebralis media und V. cerebralis posterior, S. el. = Saccus endolymphaticus, C. o. = Capsula otica, B. o. = Basioccipitale, F. j. = Foramen jugulare, S. f. o. m. = Sinus foraminis occipitalis magni, V. at. o. = V. atlanto-occipitalis.

Diese Vene verbindet sich mit der entsprechenden der anderen Seite. So entsteht eine Verbindungsbahn zwischen beiden Vv. capitis mediales (card. ant.) caudal von der Hypophyse. Diese Vene mag „V. retrohypophysea“ heissen (Taf. 31, Fig. 4; Textfig. 20).

Wachsplattenmodell der Kopfvenen eines Embryo von Chelone viridis. (Kopflänge 7 mm. Kopfbreite 8 mm.)

Die Serien, die ich zur Modellierung benutzt habe, sind leider unvollkommen, so dass es mir unmöglich war, einen Teil der Occipitalgegend genau zu modellieren; im übrigen aber sind an dem Modell die wesentlichsten Dinge gut zu sehen. Auch an diesem Modell habe ich aus demselben Grunde, wie in anderen Fällen, absichtlich die kleine vordere Partie weggelassen.

I. Die Venen ausserhalb der Schädelkapsel.

1. Das venöse System der Orbita.

Wenn man das Modell genauer betrachtet, kann man die kompliziert gestaltete Orbitalvene nach ihrem Aussehen in drei Abteilungen einteilen, nämlich a) sinuöse Teile, b) netzförmig gestalteter Abschnitt und c) zwei grosse Sammelröhren.

a) Die sinuösen Teile sind auf zwei getrennte Stellen beschränkt. Am dorsocaudalen Umfang der Orbita findet man zunächst einen grossen Sinus (Taf. 32, Fig. 5), der S. orbitalis superior posterior heissen mag. Er bekommt viele kleine Venenabflüsse aus der genannten Gegend. Als seine Hauptabflussbahn tritt eine grosse Vene aus dem ventromedialen Teil des Sinus heraus. Sie zieht an der äusseren Fläche der caudalen Partie des Planum supraseptale entlang, an dem late-

ralen Umfang der Fenestra metoptica vorbei, dem nasalen Pol des Ganglion N. trigemini anliegend stets nach ventral und fliesst endlich in eine, in der Folge als V. capitis medialis (card. ant.) bezeichnete Vene hinein. Ausserdem schickt der S. orbitalis superior posterior noch viele kleine Venen ab, die sich am Orbitalboden mit dem venösen Plexus verbinden. Zwischen der eben erwähnten Abflussbahn und dem unter b) zu schildernden Plexus orbitalis inferior findet man auch viele Verbindungen, und auch am medialen Umfang jener Abflussbahn hat sich ein kleiner Plexus gebildet. Am nasalen Abschnitt finden wir einen zweiten Sinus, der nicht die Grösse des ersteren erreicht. Auch in seiner Umgebung entwickelt sich ein kleiner Venenplexus. Dieser Sinus setzt sich direkt in die V. capitis medialis (card. ant.) fort.

b) Der netzförmige Teil (Taf. 32, Fig. 5). Dieser Venenplexus liegt hauptsächlich am Orbitalboden und erstreckt sich fast über das ganze Gebiet desselben. Die Augenmuskeln und die Nerven treten an verschiedenen Stellen durch venöse Netzmaschen. Das Netz verbindet sich nach medial mit der vorderen Wurzel der V. capitis medialis (card. ant.), nach lateral mit der V. palpebralis inferior, die im unteren Lid nach caudal zieht. Der caudale Abschnitt des Venennetzes erstreckt sich nach dorsal und verbindet sich mit dem Sinus orbitalis posterior superior. Die Venen aus der Oberkiefergegend fliessen in dieses Venennetz hinein. Das Blut aus diesem Netz wird hauptsächlich durch die V. capitis medialis (card. ant.) in die V. capitis lateralis abgeleitet.

c) Die grosse Sammelröhre (Taf. 32, Fig. 5). Wie aus dem vorher Gesagten zu ersehen ist, entspricht sie dem Anfangsteil der V. capitis medialis (card. ant.). Sie hat zwei Wurzeln, eine vordere und eine hintere. Die vordere Wurzel fängt schon am vorderen Sinus an und verläuft in

der ventromedialen Ecke der Orbita dem Septum interorbitale entlang, ventral von dem N. opticus nach caudal hin. Sie verbindet sich nach lateral mit dem Venennetze des Orbitalbodens, dessen Blut von ihr aufgenommen wird. Nach medial gibt sie an dem lateralen Umfang des ventralen Teils der Fenestra metoptica eine kleine Vene ab. Diese kleine Vene tritt gleich durch die Fenestra metoptica in die Schädelhöhle hinein, wo sie in der Sattelgrube an dem ventrocaudalen Teil der Hypophyse entlang verläuft und sich schliesslich mit der der anderen Seite verbindet. Sie mag „V. retrohypophysea“ heissen (Taf. 33, Fig. 6). An der Ursprungsstelle der V. retrohypophysea entwickelt sich auch schon ein kleiner Venenplexus. Die andere hintere Wurzel ist dazu bestimmt, aus dem dorsocaudalen Orbitalsinus und dem caudalen Teil des Venennetzes Blut abzuleiten. An dem lateralen Umfang der Fenestra metoptica entlang verläuft sie, wie schon einmal gesagt, nach ventral. Nasal von dem Ganglion N. trigemini II und III geht sie vorbei. Die vordere und die hintere Wurzel vereinigen sich endlich vor dem Ganglion N. trigemini miteinander, und dadurch entsteht nun der Hauptstamm der V. capitis medialis (card. ant.). Die V. capitis medialis (card. ant.) verläuft ventral vom Ganglion N. trigemini nach caudal und geht am caudalen Ende desselben in die V. capitis lateralis über. Am Endstücke der hinteren Wurzel wird eine Vene, die ein Ast von der V. cerebralis media ist, aufgenommen. Ausserdem fliesst noch eine Vene aus der Schädelhöhle (V. cerebralis anterior) in die hintere Wurzel hinein (Taf. 33, Fig. 6).

2. Die mit dem Orbitalvenensystem in Verbindung stehenden Venen.

Abgesehen von der V. capitis medialis (card. ant.), den Verbindungsästen der V. cerebralis media und der V. cere-

bralis anterior, die schon oben geschildert sind, zählen wir noch drei besondere, aus dem Orbitalvenensystem hervortretende Bahnen auf.

a) Die Bahn zwischen dem Venenplexus am Orbitalboden und der Unterkiefervene (Taf. 32, Fig. 5). Am Unterkiefer finden wir zwei Venen, von denen je eine dorsal und ventral von dem Meckelschen Knorpel nach caudal verläuft (Taf. 32, Fig. 5). Die dorsale Bahn fliesst nahe dem hinteren Ende des Knorpels am lateralen Umfang desselben in die ventrale Bahn hinein, wodurch der Stamm der V. mandibularis entsteht, der in einiger Entfernung ventral vom Meckelschen Knorpel caudalwärts zieht. An der genannten Zusammenflussstelle findet man einen kleinen Venenplexus, aus dem eine Vene entspringt, die am lateralen Umfang des Meckelschen Knorpels vor dem Kiefergelenk aufsteigt, und sich nasal vom Palatoquadratum, und lateral vom M. pterygomandibularis nach dem Orbitalboden begibt und dort mit dem Venenplexus verbindet. Ob diese Verbindungsbahn der Form nach ganz einfach oder ein wenig kompliziert plexusförmig ist, kann ich nicht mit Sicherheit angeben, richtig aber ist, dass sie überhaupt besteht. Wohin geht nun die V. mandibularis weiter? Das kann man zwar an diesem Modell nicht konstatieren, nach dem Befund von anderen Chelone-Embryonen aber dahin angeben, dass die Unterkiefervene in die V. capitis lateralis einmündet.

b) Die Verbindung zwischen dem Plexus orbitalis und dem Plexus tympanicus (Taf. 32, Fig. 5). Man findet lateral von dem hinteren Teil des Palatoquadratums und dorsocaudal vom Cavum tympani einen bedeutenden Venenplexus (Plexus tympanicus). Zwischen diesem Plexus tympanicus und dem Plexus orbitalis ist eine Verbindungsbahn entwickelt, die sich ausserhalb des M. temporalis befindet. Aus dem Plexus tympanicus geht eine Vene heraus, die an dem

ventralen Umfang der Columella auris nach medial hinläuft und in die laterale Wand der V. capitis lateralis hineintritt (V. tympanica).

c) Die Verbindung zwischen dem Plexus orbitalis und der V. temporoorbitalis. Durch diese Verbindung wird ein Teil des Blutes aus der Orbita in die V. temporoorbitalis abgeführt.

3. V. capitis medialis (card. ant.) und V. capitis lateralis.

Hier ist nun der Ort, wo es nötig ist, die Hauptabflussbahn des Blutes aus der Orbita, die „V. capitis medialis (card. ant.) bzw. V. capitis lateralis“ zu erwähnen.

Die V. capitis medialis (card. ant.) verläuft (Taf. 32, Fig. 5), nachdem sie durch Zusammenfluss der vorderen und der hinteren Wurzel (die früher erwähnt wurden), zu einem Stamm entstanden ist, ventral vom Ganglion N. trigemini und lateral vom Balken. Sie liegt dorsal vom Proc. pterygoideus des Palatoquadratums und setzt sich am caudalen Umfang des Trigeminusganglion in die V. capitis lateralis fort. Die V. capitis lateralis (Taf. 32, Fig. 5) begibt sich von hier zunächst vor der Labyrinthkapsel lateralwärts, biegt dann an dem lateralen Umfang derselben caudalwärts um, und verläuft hier, und zwar zwischen der Kapsel und dem Palatoquadratum, wo sie dorsal die Columella auris und das Cavum tympani überschreitet, nach ventrocaudal. Dabei begleitet sie medial den N. facialis und nach dorsal die Art. columellaris. In der Rinne, die sich ventronasal von der Crista parotica befindet, liegt die Vene und zieht weiter lateral vom Foramen jugulare vorbei, medial den N. vagus und die Art. carotis begleitend, nach caudal.

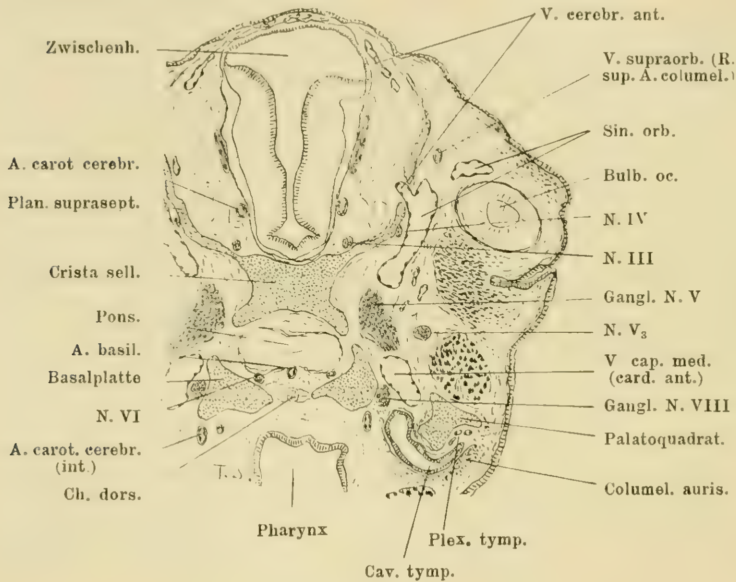
Während des Verlaufes nimmt die V. capitis lateralis viele Venen auf. a) V. temporoorbitalis (Taf. 32, Fig. 5).

Die Vene hat ihren Ursprung an der Temporalgegend. Sie sammelt das Blut aus dieser Gegend und verläuft an der Aussenseite des M. temporalis posterior. Dabei nimmt sie die schon erwähnte Verbindungsbahn zwischen ihr und dem Orbitalplexus, die dorsolateral vom M. temporalis nach caudal hinläuft, von nasal auf. Die Venen aus der Occipitalgegend werden auch von ihr aufgenommen. Nun verläuft die Hauptbahn an der lateralen Labyrinthkapselwand entlang schräg nach nasoventral, zwischen Palatoquadratum und Labyrinthkapsel hindurch und tritt hinter der Columella auris in die V. capitis lateralis hinein. b) V. tympanica. Diese Vene stammt aus dem oben geschilderten Plexus tympanicus und verläuft am ventrocaudalen Umfang der Columella auris parallel derselben nach medial, wo sie schliesslich in die V. capitis lateralis hineintritt. c) Der Venenstamm des Labyrinthkapselinnern. Auf ihrem Verlaufe in der Rinne unterhalb der Crista parotica nimmt die V. capitis lateralis eine Vene auf, die aus der Fenestra cochleae herauskommt und aus dem Labyrinthkapselinnern Blut abführt. d) V. cerebralis posterior. An dem lateralen Umfang des Foramen jugulare nimmt die V. capitis lateralis eine Vene, „V. cerebralis posterior" auf, die durch das Foramen jugulare lateral vom Vagus die Schädelhöhle verlässt.

II. Die Venenbahnen innerhalb der Schädelkapsel.

Am dorsalen Umfange des Endhirns sehen wir einen grossen Venenring (Taf. 33, Fig. 6), in dessen nasalen Umfang die paarigen Venen, die dorsal von den Riechlappen nebeneinander parallel liegen, übergehen. Diese beiden Venen laufen dorsal von den Riechlappen von nasal nach caudal; sodann divergieren sie am caudalen Ende des Riechhirns und ziehen nun dorsal vom Endhirn bogenförmig, mit lateraler Convexität, weiter caudalwärts. So bilden sie die Seitenteile des Eingangs

genannten Venenringes. Vorn besteht eine unbedeutende Quer-Anastomose zwischen ihnen. In der Nähe des hinteren Teiles des Endhirns kommen die beiden Bogen wieder zusammen und von hier an caudalwärts fangen sie an, ein Venennetz darzustellen. In der Nachbarschaft des Venenbogens findet man viele kleine dort hineinlaufende Venen. Etwa von der Mitte



Textfigur 26.

Querschnitt des Kopfes eines Schildkrötenembryo (Chelone viridis. K. L. 7 mm, K. B. 8 mm). Schn. 225. Vergr. Zeiss $1 : a_2$. Auf $^5/_6$ verkleinert.

eines jeden Bogens geht eine ansehnliche grosse Vene nach lateral aus, die sich an der Seitenwölbung der Endhirnhemisphäre entlang nach ventrolateral (Taf. 32 u. 33, Figg. 5 u. 6) begibt. Schliesslich verläuft dieselbe an der Innenfläche des Planum supraseptale nach ventral und tritt durch ein Loch, welches sich in dieser Platte befindet, in die Orbita hinein, wo sie sich mit der hinteren Wurzel der V. capitis medialis (card. ant.) vereinigt (Textfig. 26). Diese Seitenvene dürfte die

V. cerebralis anterior sein. In der Nachbarschaft der Durchtrittsstelle der V. cerebralis anterior durch das Planum supraseptale findet man noch kleine Venen, die ebenfalls durch das Planum aus der Schädelhöhle nach aussen, und zwar in die Orbita hineinkommen und sich mit den dortigen Venen verbinden. Der Venenring stellt also die Anlage der später einheitlichen V. longitudinalis prosencephali vor.

Aus dem Venennetz, an dem hinteren Umfang des oben erörterten Venenringes geht eine Venenbahn caudalwärts, die wohl den hinteren Teil des Sinus longitudinalis prosencephali repräsentiert.

An dem dorsalen Umfang der Glandula pinealis fängt die V. longitudinalis prosencephali an, sich wieder kompliziert zu verästeln, woraus ein grosses Venennetz an dem dorsalen Teil des Mittel- und Hinterhirns entsteht (Taf. 33, Fig. 6). Bei genauer Betrachtung aber und analytischer Untersuchung dieses Netzes kann man mit Sicherheit eine unpaarige und zwei paarige Venen isoliert feststellen. Die übrigen Venen spannen sich zwischen diesen aus, wodurch ein Venennetz gebildet worden ist. Nun werde ich der Reihe nach die einzelnen erwähnen.

1. Die V. longitudinalis prosencephali gibt am dorsalen Teil der Glandula pinealis nach lateral beiderseits eine Vene ab, deren Aussehen nicht einfach ist. Dieselbe ist die V. cerebralis media. Die V. cerebralis media verläuft an der Seitenwölbung des Vorderteils des Mittelhirns entlang nach ventral und erreicht endlich an der Innenfläche der dichten Bindegewebsmembran, die sich zwischen der Labyrinthkapsel und der Pila prootica ausspannt, herabziehend den dorsocaudalen Umfang der Labyrinthkapsel, wo sie sich in zwei Arme teilt (Taf. 33, Fig. 6). Der eine von ihnen (vorderer Arm) begibt sich in die Fenestra prootica an dem dorsalen Umfang der Labyrinthkapsel, und zwar an der Pro-

minentia semicircularis anterior entlang nach nasal und tritt am hinteren Teil des Ganglion N. trigemini aus der Schädelhöhle nach aussen heraus, wo er sich wieder in zwei verästelt (Taf. 32, Fig. 5). Der eine grosse, als die Hauptfortsetzung des genannten vorderen Venenarmes erkennbare Zweig liegt am dorsalen Umfang der Ohrkapsel, lateroventral vom Ganglion N. trigemini und tritt zwischen dem letzteren und der Labyrinthkapsel hindurch in die V. capitis lateralis hinein. Der andere Nebenzweig zieht, dorsal das Ganglion N. trigemini umgehend, nach nasal und vereinigt sich mit der hinteren Wurzel der V. capitis medialis (card. ant.). So wird das Ganglion N. trigemini hier von einem Venenring umgeben. Der andere hintere Arm der V. cerebralis media zieht an dem caudalen Umfang der Labyrinthkapsel entlang nach ventral und verbindet sich mit einer Vene (V. cerebralis posterior), die gleich erwähnt werden soll.

2. Man kann beiderseits eine Vene finden, die sich der Seitenwölbung des Rhombencephalon anschliessend nach lateroventral begibt und V. longitudinalis rhombencephali heissen soll. Nach dem oben geschilderten Verlauf erreicht die V. longitudinalis rhombencephali den ventrocaudalen Umfang der Labyrinthkapsel, wo sie sich mit dem hinteren Arm der V. cerebralis media verbindet und zur V. cerebralis posterior wird (Taf. 33, Fig. 6). Die V. cerebralis posterior wendet ihre Verlaufsrichtung nach ventronasal und läuft an dem ventralen Umfang der Labyrinthkapsel in der Fissura metotica in derselben Richtung weiter. In dem Foramen jugulare (dem hintersten Teil der Fissura metotica) trifft die Vene den N. vagus und geht medial von demselben durch das Foramen aus der Schädelhöhle heraus. In dem Recessus jugularis vereinigt sie sich mit der V. capitis lateralis. Unglücklicherweise gelang es mir nicht, diese Verbindungsstelle der beiden Venen am Modell aufzuweisen, weil die Serienpräparate, die ich zur

Modellierung benutzte, fehlerhaft waren. Nach den Befunden von anderen Serienpräparaten kann ich aber mit Sicherheit sagen, dass eine Vereinigung dieser beiden Venen tatsächlich existiert.

3. Die direkte Fortsetzung der V. longitudinalis prosencephali ist an der dorsalen Seite des Mittelhirns erkennbar. Sie entspricht der V. longitudinalis mesencephali. Die paarige V. longitudinalis rhombencephali ist als paarige Fortsetzung der V. longitudinalis mesencephali zu betrachten (Taf. 33, Fig. 6).

Zwischen den drei oben geschilderten Venen bestehen mehrfache Verbindungen (Taf. 33, Fig. 6). Diese bilden das komplizierte Venennetz, welches laterodorsal vom Mittelhirn und Rhombencephalon liegt. Dieses Netz erstreckt sich nach caudal und verbindet sich sogar mit dem Venensystem im Wirbelkanal. Das Blut aus dem Plexus chorioideus ventriculi IV wird am seitlichen Abschnitt des Netzes in dasselbe hineingeführt.

Entwickelungsgeschichtliche und vergleichend-anatomische Betrachtung über die Kopfvenen der Reptilien.

Zur Gewinnung einer vergleichend-anatomischen Auffassung sollen hier zunächst noch einige weitere Untersuchungen über die Kopfvenen jeder Form von Reptilien der Vollständigkeit halber geschildert werden, und alsdann soll sich die spezielle vergleichend-anatomische Betrachtung anschliessen.

Eidechsen.

Die Anordnung der Kopfvenen bei Lacerta agilis, die das Modell zeigt (Taf. 30 u. 31, Figg. 3 u. 4), verändert sich in dem

nächsten Stadium an verschiedenen Stellen. Bei einer Lacerta agilis (ganze Länge 35 mm) ist die Vene zwischen beiden endolymphatischen Säcken ganz verschwunden, wodurch das früher einheitlich gewesene Venensystem in der Kopfhöhle in zwei Teile gesondert ist. Ausserdem ist noch die durch das For. jugulare laufende sog. V. cerebralis posterior (V. jugularis interna) stark reduziert. Durch diese Veränderung wird das vordere System folgendermassen gestaltet. Die V. longitudinalis prosencephali verläuft am dorsalen Umfang der Fissura longitudinalis cerebri nach caudal und gibt am dorsalen Umfang der Glandula pinealis nach der lateralen Seite die V. cerebralis media ab. Gerade an dieser Stelle fliesst die V. magna cerebri, die an dem Dach des dritten Ventrikels nach caudal zieht, in die Longitudinalvene hinein, wodurch die letztere plötzlich sehr gross wird. Die V. cerebralis media verläuft an dem hinteren Umfang des Endhirns und an der Seitenwand des Mittelhirns nach ventral und fliesst nach der Vereinigung mit der im folgenden beschriebenen Vene, zwischen dem Ganglion N. trigemini II und III und der Pila prootica hindurch, in die V. capitis medialis hinein. Diese Abflussbahn ist das der V. cerebralis media secundaria (von Grosser und Brezina) entsprechende Venenstück, das als Ersatz für das zwischen dem Ganglion N. trigemini II und III und der Labyrinthkapsel liegende, schon zugrunde gegangene Venenstück aufgetreten ist. Die V. longitudinalis mesencephali zieht in der dorsalen Rinne des Mittelhirns weiter nach caudal und setzt sich am caudalen Ende desselben in zwei Venen (die caudalen Äste der V. cerebralis media) fort; diese gehen divergierend an dem hinteren Ende des Mittelhirns entlang nach ventral und erreichen den dorsalen Umfang der Labyrinthkapseln, wo sie sich nach vorn wenden. Alsdann zieht eine jede an dem dorsomedialen Umfang der Labyrinthkapsel

(Prominentia semicirc. ant.) nach vorn und vereinigt sich am nasalen Umfang derselben mit der V. cerebralis media. Die eben geschilderte Vene ist stark. Es wird also jetzt das Blut des sog. vorderen Venensystems durch das ventrale Stück der V. cerebralis media in die V. capitis lateralis abgeleitet.

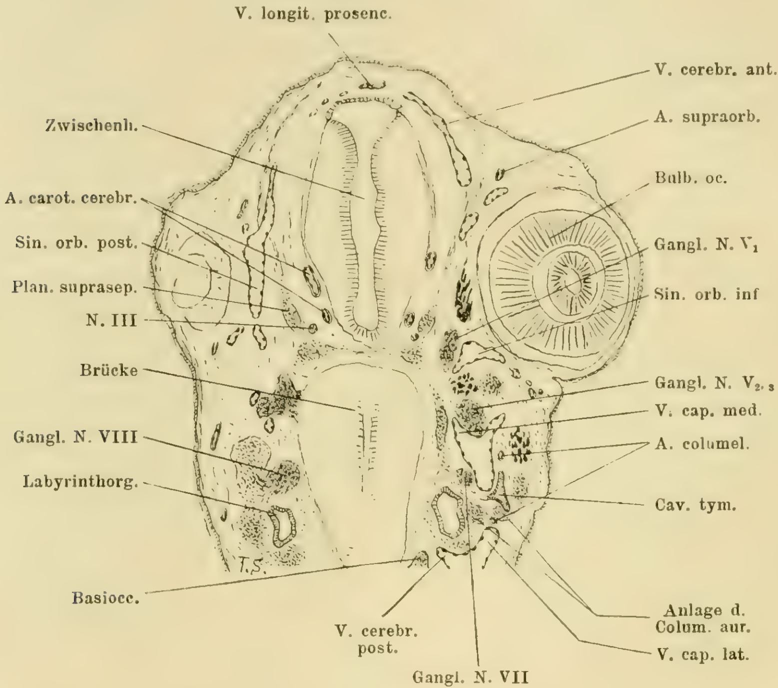
Das hintere System der Kopfvenen wird gebildet durch die Venenbahn, die sich am Modell caudalwärts von den abgeplatteten Venen zwischen den endolymphatischen Säcken befindet. Der S. foraminis occipitalis magni, in den die aus dem Hinter- und Nachhirn stammenden Venen hineinfliessen, ist ganz einheitlich geworden. Als Abflussbahn ist nur eine Vene (V. atlantooccipitalis), die durch das Foramen occipitale magnum hindurch und zwischen dem Occipitale und dem Atlas nach aussen tritt, um schliesslich in die V. capitis lateralis einzumünden, erhalten geblieben; die andere, die früher durch das Foramen jugulare heraustrat, ist kaum erkennbar. Infolgedessen ist das Foramen jugulare jetzt nur für den Durchtritt der Vagusgruppe bestimmt.

Die Venen der Orbita setzen sich meistenteils in die erhalten gebliebene V. capitis medialis (card. ant.), die ventromedial vom Ganglion N. trigemini zieht, fort. Dieselbe geht von hier direkt nach caudal in die V. capitis lateralis über, wie am Modell zu sehen ist.

Bei einem Embryo von Lacerta agilis von 40 mm Gesamtlänge ist die V. cerebralis posterior (jug. int.), die durch das Foramen jugulare verläuft, zwar ganz klein, aber noch nicht ganz verschwunden. Der R. caudalis der V. temporoorbitalis hat sich an dem dorsalen Teil des Tectum posterius ziemlich stark entwickelt und es scheint, dass sich diese Vene später zu einer Abflussbahn des oben geschilderten vorderen Venensystems ausbilden wird. (Sie entspricht wohl der V. capitis dorsalis von Bruner, ebenso der V. cutanea dorsalis von Grosser und Brezina.) Das sonstige Ver-

halten ist gleich dem vorigen Falle. Die V. cerebralis posterior (jug. int.) ist bei der Lacerta agilis (47 mm) spurlos rückgebildet.

Ferner füge ich hier noch eine Schilderung über die ganz jungen Eidechsenembryonen hinzu, um das ursprüngliche Ver-

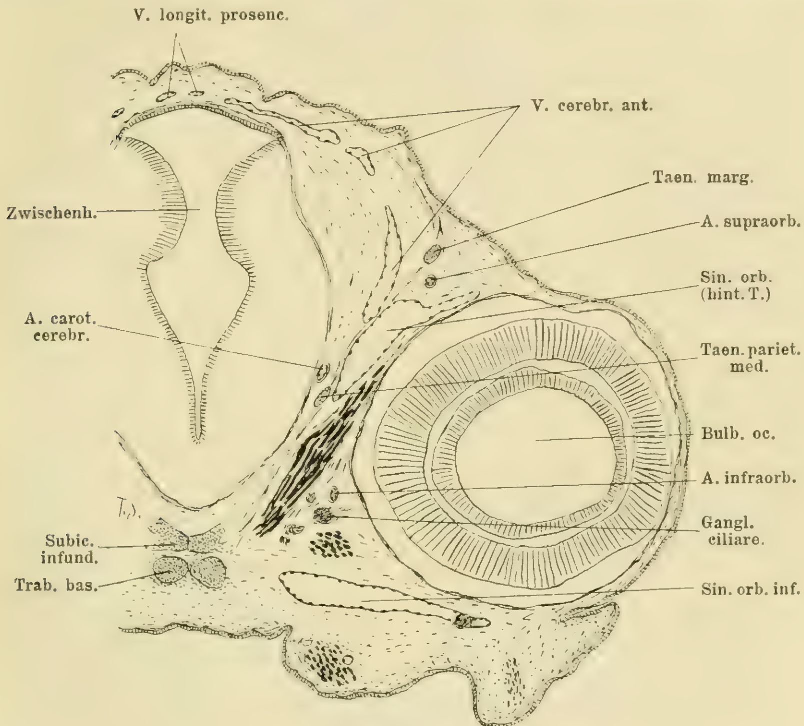


Textfigur 27.

Querschnitt des Kopfes eines Eidechsenembryo (Lacerta agilis, C. K. L. 27/6 mm, K. St. L. 48/6 mm) durch den caudalen Teil der Orbita. Schn. 96. Vergr. Zeiss 3 : a_2. Auf 5/6 verkleinert.

halten der Venen, das bei den vorher behandelten alten Embryonen schon sekundär verändert ist, klarzustellen. Im allgemeinen findet man bei ganz jungen Embryonen an der lateralen Seite des Vorderhirns ein Adernetz, allmählich ist es aber möglich, aus diesem Netz eine besonders starke Abflussbahn als V. cerebralis anterior, die vermittelst der

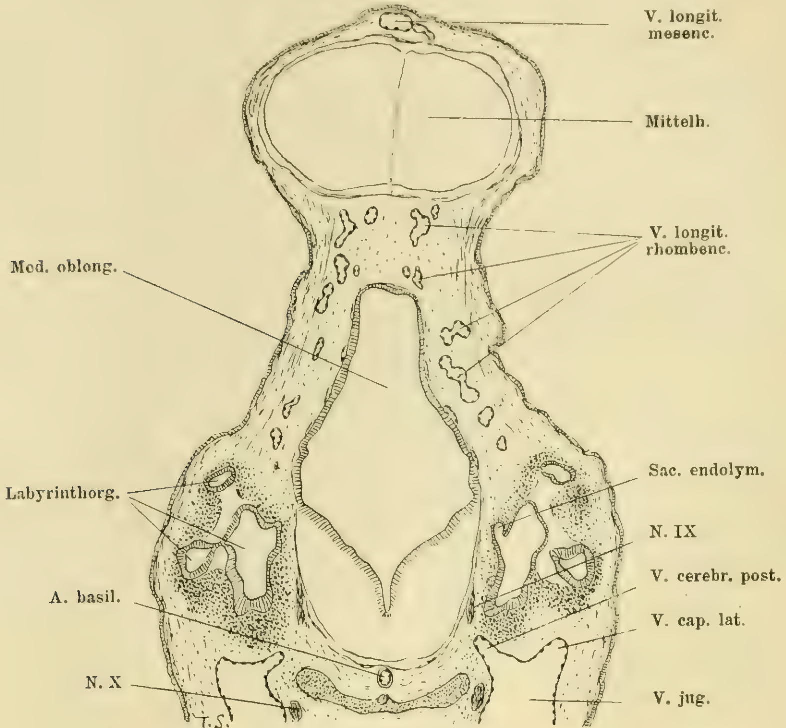
Orbitalvene in die V. capitis medialis (card. ant.) abgeleitet wird, heraus zu erkennen. Bei Lacerta agilis c. (K.-L. 27/6 mm, K.-St.-L. 48/6 mm) habe ich die V. cerebralis anterior, die das eben geschilderte Verhalten beibehält, deutlich konstatiert



Textfigur 28.
Querschnitt des Kopfes eines Eidechsenembryo (Lacerta agilis, G. L. 26 mm. K. L. 5 mm) durch das hintere Drittel des Auges. Schn. 135. Vergr. Zeiss 5 : a_2. Auf 3/4 verkleinert.

(Textfig. 27). Sie geht nämlich an der dorsalen Seite des Zwischenhirns, und zwar weit rostral von der Glandula pinealis, aus der dort longitudinal laufenden Venenbahn (V. longitudinalis prosencephali) ab, verläuft an der lateralen Seite des Zwischenhirns nach ventral und tritt schliesslich in den Orbitalsinus. Die als direkte Fortsetzung der V. cerebralis an-

terior erkennbare Vene liegt in der Orbitalhöhle lateral von dem N. trigeminus I. Die Austrittsstelle der V. cerebralis anterior aus der Schädelhöhle ist offenbar die Fenestra epioptica (Lacerta agilis G.-L. 26 mm, K.-L. 5 mm; Textfig. 28).



Textfigur 29.

Querschnitt des Kopfes eines Eidechsenembryo (Lacerta agilis K. L. 40/10 mm, K. St. L. 74/10 mm) durch die Mitte des Labyrinths. Schn. 192. Vergr. Zeiss 5 : a_2. Auf $^3/_4$ verkleinert.

Durch die Auftreibung der immer mehr sich vergrössernden Endhirnblase wird die V. cerebralis anterior in der Mitte unterbrochen und ist schliesslich als einheitliche Vene nicht mehr erkennbar. Die V. cerebralis media ist in jungen Stadien noch schwach. Sie hat auch ein vorübergehendes Dasein. (Die

ausgebildete V. cerebralis media kann man beim Modell — Taf. 30 u. 31, Figg. 3 u. 4 — gut erkennen.) Die V. cerebralis posterior, die mit dem N. vagus verläuft und in die V. capitis lateralis einmündet, ist deutlich erkennbar. Die paarigen Vv. longitudinales rhombencephali entspringen von dem Ende der V. longitudinalis mesencephali, verlaufen an der dorsalen Seite des Rautenhirns divergierend nach lateroventral und erreichen den dorsocaudalen Umfang der Labyrinthblase beiderseits, wo sie direkt in die Vv. cerebrales posteriores übergehen (Lacerta agilis K.-L. 40/10 mm, K.-St.-L. 74/10 mm; Textfig. 29). Zwischen der V. cerebralis media und der V. cerebralis posterior besteht eine Verbindungsbahn, die am dorsalen Umfang der Labyrinthblase sagittal verläuft. Diese mündet in die V. cerebralis media am caudalen Umfang des Ganglion N. trigemini II und III, und in die V. cerebralis posterior am dorsocaudalen Umfang der Labyrinthblase (wo man den Übergang zwischen der V. longitudinalis rhombencephali und der V. cerebralis posterior findet) ein. Diese Verbindungsbahn wird später immer stärker und bleibt lebenslang bestehen (Taf. 31, Fig. 4).

Grosser und Brezina haben die Entwickelung der Kopfvenen der Reptilien ausführlich untersucht und geben bei Tropidonotus folgendes an: „Diese (V. longitudinalis cerebri) zerfällt naturgemäss in drei Teile. Der erste, die V. longitudinalis prosencephali, beginnt zwischen den Riechlappen und reicht bis zur Epiphyse, zum Abgange der V. cerebralis anterior; der zweite, die V. longitudinalis mesencephali, liegt dorsal vom Mittelhirn und reicht bis zum Abgange der V. cerebralis media; die dritte, die V. longitudinalis epencephali, teilt sich schliesslich in die beiden Vv. cerebrales posteriores (siehe auch das Schema).“ Dieselbe Einteilung darf auch für die entsprechenden Venen der Eidechsen gelten. Teile ich dementsprechend ebenfalls die longitudinal laufende Hirnvene

in drei Abschnitte, V. longitudinalis prosencephali, V. longitudinalis mesencephali und Vv. longitudinales epencephali s. rhombencephali (bei mir paarig) je nach dem Hirnabschnitte, so ergeben sich mir einige Unterschiede bezüglich des Verhaltens der mit den Namen „V. cerebralis anterior, V. cerebralis media und V. cerebralis posterior" belegten Venen.

Die von den oben genannten Autoren als V. cerebralis anterior bezeichnete Vene soll vom Zwischenhirndache an der Seitenfläche dieses Hirnteiles herabziehen, einen Zufluss aus dem Auge aufnehmen (in dem Schema der Autoren mit Av., Augenvene, bezeichnet) und in die Cardinalvene übergehen. Über die Abgangsstelle der Vene von der V. longitudinalis cerebri sagen die Autoren im Text für Lacerta nichts, aus der schematischen Abbildung geht aber hervor, dass diese Abgangsstelle am vorderen Ende der V. longitudinalis mesencephali zu suchen ist. Das würde der für Tropidonotus bestimmt gemachten Angabe entsprechen, dass die V. cerebralis anterior an der Pinealdrüse ihren Anfang nimmt. Damit stimmen meine Befunde nicht überein. Ich finde allerdings eine Vene, die — wie Grosser und Brezina ebenfalls angeben — anfangs medial und später lateral vom I. Trigeminusast verläuft und dann in die Cardinalvene übergeht, der Anfang derselben liegt aber nicht in der Gegend der Pinealdrüse, sondern weit vor derselben. Die V. cerebralis anterior beginnt also nach meinen Befunden aus der V. longitudinalis prosencephali (Textfigg. 27 u. 28). Bezüglich ihrer Einmündung stimme ich mit Grosser und Brezina überein.

Auch der Schilderung der V. cerebralis media, wie Grosser und Brezina sie geben, kann ich nicht ganz beistimmen. Nach dem Schema der beiden Autoren entspringt diese Vene auch bei Lacerta aus dem hinteren Ende der V.

longitudinalis mesencephali — wie das für Tropidonotus auch im Text ausdrücklich gesagt wird —, sie zieht dann lateral-ventralwärts und teilt sich in zwei Arme, von denen sich der eine (primäre) caudal, und der andere (sekundäre) nasal vom Ganglion N. trigemini II und III befinden. Welchen Verlauf dabei die Vene nimmt, bleibt ungewiss; doch vermute ich nach dem Satze der Autoren (S. 316—317). „Die V. cerebralis media ist in ihrem Verlaufe unterbrochen worden; das proximale und das distale Ende sind noch als schwache Gefässe nachweisbar, von welchen das erstere Blut vom hinteren Trigeminusganglion bezieht, während das zweite mit den ungemein gefässreichen Ossifikationspunkten der noch grösstenteils knorpeligen Labyrinthkapsel in Verbindung ist", dass die von ihnen angegebene V. cerebralis media wohl an der Labyrinthkapsel entlang verläuft. Nach meinem Befunde entspringt dagegen die V. cerebralis media an dem dorsalen Umfang der Glandula pinealis aus der Übergangsstelle der V. longitudinalis prosencephali in die V. longitudinalis mesencephali (Textfig. 22 und Taf. 30 u. 31, Figg. 3 u. 4), verläuft an der lateralen Seite des Mittelhirns und an dem nasolateralen Umfang der Brücke entlang nach ventral und mündet unmittelbar caudal vom Ganglion N. trigemini II und III in die V. capitis lateralis ein (primär) (Textfig. 21 und Taf. 30, Fig. 3). Später bildet sich eine sekundäre Abflussbahn der Vene aus, die nasal vom genannten Ganglion liegt, indem die primäre Abflussbahn allmählich zurückgetreten ist. Meine V. cerebralis media stimmt also wieder im Verhalten ihres Endstückes mit dem von Grosser und Brezina geschilderten überein, weicht dagegen in ihrem Anfang erheblich davon ab.

Meine V. cerebralis media hat also dieselbe Abgangsstelle, die die Autoren für die V. cerebralis anterior angeben (dorsaler Umfang der Glandula pinealis), verhält sich dagegen in ihrem weiteren Verlauf ganz anders. Sie hat vor allem zum

I. Trigeminusast keine Beziehungen, sondern läuft viel weiter caudal herunter. Ebenso hat sie zu den Orbitalvenen keine Beziehungen. Dagegen kommen diese beiden Beziehungen meiner V. cerebralis anterior zu (Textfigg. 27 u. 28).

Ich habe in meiner Schilderung eine Venenbahn, die an dem dorsalen Umfang der Labyrinthkapsel zwischen dem unteren Ende meiner V. cerebralis media und dem hinteren Ende der V. longitudinalis mesencephali verläuft, erwähnt (Taf. 31, Fig. 4). Wenn man sich diese Vene durch das untere Ende meiner V. cerebralis media verlängert denkt, so ergibt sich eine Bahn, die so aussieht, als ob sie der von Grosser und Brezina angegebenen V. cerebralis media entspricht. Indessen ist das eine Täuschung, bedingt durch die Veränderungen, die in dem Verhalten der Venen durch die starke Vergrösserung der Sacci endolymphatici verursacht werden (Textfig. 25). Ursprünglich mündet nämlich die in Rede stehende Vene am dorsalen Umfang der Labyrinthkapsel in den Anfangsteil der V. cerebralis posterior ein, nicht aber am Ende des Mittelhirns in die V. longitudinalis mesencephali (Textfig. 29). Tatsächlich ist sie eine Verbindungsbahn zwischen meiner V. cerebralis media und der V. cerebralis posterior. Sie wird später beträchtlich stärker und bleibt lebenslang erhalten. Mit der V. cerebralis media von Grosser und Brezina hat sie nichts zu tun.

Auch mit Bruner stimme ich in der Bezeichnung und Auffassung der Venen nicht ganz überein. Was Bruner bei erwachsenen Eidechsen V. cerebralis media nennt, entspricht nicht dem von mir so genannten Gefäss, sondern wohl der an meinem Modell (Taf. 31, Fig. 4) dargestellten, sekundär umgeformten Verbindungsbahn (die am dorsalen Umfang der Labyrinthkapsel liegt) zwischen meiner V. cerebralis media und V. cerebralis posterior. Die V. cerebralis media von Bruner hat ein dauerndes Dasein, während meine V. cerebralis media

zum grossen Teil zugrunde geht. Bruner hat in seiner Fig. 2 (Lacerta agilis) eine paarige, am dorsalen Umfang der Glandula pinealis aus der V. longitudinalis abgehende Venenknospe gezeichnet, die aber von ihm unbeachtet gelassen worden ist. Sie entspricht wohl dem dorsalen Rest meiner zurückgebildeten V. cerebralis media.

Grosser und Brezina haben diejenige Vene, die sich nach dorsal mit der V. longitudinalis epencephali (s. rhombencephali) verbindet und durch das Foramen occipitale magnum die Schädelhöhle verlässt, als V. cerebralis posterior bezeichnet. Ich habe derselben den Namen V. atlanto-occipitalis gegeben (Textfig. 24). Die von mir als V. cerebralis posterior angegebene Vene ist diejenige, die sowohl von Grosser und Brezina als auch von mir als primäre Ableitungsbahn aus der V. longitudinalis epencephali (s. rhombencephali) nach caudal anerkannt ist und durch das Foramen jugulare mit der Vagusgruppe die Schädelhöhle verlässt (Textfigg. 23 u. 29). Darauf werde ich nochmals zurückkommen.

Um meine Befunde nochmals kurz anzugeben, so habe ich bei Lacerta drei paarige Venen gefunden, die der Reihe nach aus der V. longitudinalis cerebri hervorgehen: die erste an der lateralen Seite des Vorderhirns, die zweite an der des Mittelhirns und die dritte an der des Rautenhirns. Ihnen habe ich der Lage nach je den Namen: V. cerebralis anterior, V. cerebralis media und V. cerebralis posterior gegeben.

Grosser und Brezina und desgleichen Bruner geben eine vom Riechlappen bis zum hinteren Ende des Gehirns (bis zur Teilung in die von ihnen als Vv. cerebrales posteriores bezeichneten Gefässe) reichende kontinuierliche V. longitudinalis an. Bei meinem Modell (Taf. 31, Fig. 4) hat es den Anschein, als ob diese Angabe richtig sei; wie ich

aber schon bei der Beschreibung desselben analytisch scharf betont habe, ist dieser Zustand zweifellos als eine sekundäre Erscheinung zu betrachten, die ihre Entstehung der umfangreichen Aufblähung des endolymphatischen Sackes verdankt (Textfig. 25). Das hintere Ende der von den genannten Autoren angegebenen V. longitudinalis ist der S. foraminis occipitalis magni von mir, der zwischen den ursprünglichen Vv. cerebrales posteriores entwickelt ist. Die ursprüngliche V. cerebralis posterior ist als die direkte Fortsetzung der V. longitudinalis rhombencephali, welche am caudalen Ende des Mittelhirns durch die Gabelung der V. longitudinalis mesencephali entsteht, zu betrachten, und tritt durch das Foramen jugulare (nicht Foramen occipitale magnum) nach aussen (Textfig. 29). Zwischen der V. cerebralis media und der ursprünglichen V. cerebralis posterior entwickelt sich ein starkes Venennetz; einen Rest desselben können wir am Modell ganz deutlich sehen. Bei den untersuchten Schildkröten findet man sogar das ganze Netzwerk noch deutlicher (Taf. 33, Fig. 6). Die an der Labyrinthkapsel liegende Vene dieses Netzes bildet diejenige, die als Anastomose zwischen der V. cerebralis media und der ursprünglichen V. cerebralis posterior dem dorsalen Umfang der Labyrinthkapsel anliegt und für die Ableitung des Blutes im Schädelinnern von grosser Bedeutung ist. Ein Teil der ursprünglichen V. cerebralis posterior, welcher dicht an der Labyrinthkapsel hinzieht, wird durch die starke Aufblähung des endolymphatischen Sackes von der Labyrinthkapsel abgehoben und nähert sich dann der Mittellinie. Die von den beiden Labyrinthkapseln abgehobenen Stücke der ursprünglichen Vv. cerebrales posteriores berühren sich in der Mittellinie miteinander, finden aber anfangs noch keine Verschmelzung untereinander. Dieser Zustand ist am Modell der Lacerta agilis gut wahrnehmbar. Später verschmelzen sie untereinander, wodurch zwischen der ursprünglichen V. longitudinalis und dem S. foraminis

occipitalis magni eine ununterbrochene Kontinuität entsteht, die durch eine stärkere Aufblähung des endolymphatischen Sackes wieder unterbrochen werden kann. Der letzte Vorgang ist in demselben Kapitel bei zwei Fällen von Eidechsen angegeben. Der hintere Teil der kontinuierlichen V. longitudinalis, die Grosser und Brezina sowie Bruner angeben, ist wahrscheinlich daher die Strecke, die ich eben in ihrer Entstehung geschildert habe. Die Vene, die von den drei Autoren als die V. cerebralis posterior, welche durch das Foramen occipitale magnum tritt, bezeichnet wird, ist zweifellos nicht die primäre V. cerebralis posterior, sondern meine V. atlantooccipitalis. Diese Auffassung ergibt sich, wie ich später auch bei anderen Arten von Reptilien erwähnen werde, vergleichend-anatomisch mit ziemlicher Sicherheit. Die primäre V. cerebralis posterior tritt also ihre Stelle an die Vene, die von Grosser und Brezina als V. cerebralis posterior aufgefasst wird und die das Foramen occipitale magnum durchzieht, ab.

Bruner hat eine V. capitis dorsalis angegeben; wahrscheinlich entspricht derselben der dorsale Teil des R. caudalis der von mir als V. temporoorbitalis bezeichneten Vene. Die V. cutanea dorsalis von Grosser und Brezina entspricht wohl auch derselben.

Von der V. retrohypophysea, die aus der V. capitis medialis (card. ant.) herstammt und am hinteren Umfang der Hypophyse verläuft, haben Grosser und Brezina keine Notiz genommen. Bruner hat eine V. retrohypophysea angegeben, die sich aber in der Herkunft wesentlich von meiner unterscheidet, da sie aus der V. cerebralis media secundaria (von Grosser und Brezina) herstammt.

Um meine oben gegebenen Deutungen glaubhaft zu machen, werde ich anschliessend einige Befunde bei Lacerta vivipara hinzufügen.

Lacerta vivipara Nr. 11 (ganze Länge 21 mm). Bei diesem Falle finde ich noch den ventralen Rest der V. cerebralis anterior, der durch die Fenestra epioptica hindurch und in den dorsocaudalen Orbitalsinus hineintritt. Bei der durch den endolymphatischen Sack aufgehobenen Vene (ein an der Labyrinthkapsel anliegender Abschnitt der V. cerebralis posterior) hat sich die Stärke noch nicht verändert. Während die durch das Foramen jugulare hinziehende V. jugularis interna (Endteil der V. cerebralis posterior) eine ziemliche Grösse besitzt, ist die das For. occipitale passierende Vene (V. atlantooccipitalis) noch sehr schwach.

Lacerta vivipara (ganze Länge 37 mm und 39 mm). Bei beiden Fällen ist die V. cerebralis anterior spurlos verschwunden. Die Verbindung der V. cerebralis media mit der V. capitis lateralis, die zwischen dem Ganglion N. trigemini und der Labyrinthkapsel vorhanden war, hat aufgehört; infolgedessen entwickelt sich ein grosser Venensinus (wahrscheinlich durch die Blutstauung) an der Verbindungsstelle der V. cerebralis media mit der dem dorsalen Umfang der Labyrinthkapsel anliegenden Vene (an dem dorsonasalen Umfang der Labyrinthkapsel). Der R. caudalis der V. temporoorbitalis, der an dem Verbindungswinkel des Tectum posterius mit der Labyrinthkapsel stark ausgebildet ist, verbindet sich mit dem hintersten Teil der der Labyrinthkapsel anliegenden Verbindungsbahn zwischen der V. cerebralis media und der V. cerebralis posterior. An dieser Stelle erstreckt sich der R. caudalis nach hinten und verläuft am Nacken nach laterocaudal, um in die V. jugularis einzutreten. Diese entspricht wohl der V. capitis dorsalis von Bruner, ebenso der V. cutanea dorsalis von Grosser und Brezina. Die Vene, welche durch den endolymphatischen Sack aufgehoben wird, ist noch erhalten. Von dem Sinus foraminis occipitalis magni gehen zwei Venen aus, von denen die eine durch das Foramen jugulare, und die andere durch das Foramen occipitale magnum hindurchtritt.

Lacerta vivipara, ganze Länge 45 mm. Die Verbindung zwischen der V. cerebralis media und der V. capitis lateralis, die bei den vorigen Fällen zugrunde gegangen ist, ist bei diesem Falle gut erhalten geblieben. Der venöse Sinus am dorsonasalen Umfang der Labyrinthkapsel ist nicht so gross wie bei den vorigen Fällen. Die durch den endolymphatischen Sack aufgehobene Vene ist unterbrochen. Die V. capitis dorsalis (Bruner), die sich mit der Vene des Schädelinnern verbindet, ist vorhanden, ebenso die zwei Venen aus dem Sinus foraminis occipitalis magni.

Bei allen Fällen habe ich die V. retrohypophysea, die aus der V. capitis medialis (card. ant.) stammt, gefunden. Es ist ein merkwürdiger Befund, dass eine grosse Anastomose zwischen beiden Sinus orbitales bei einem Fall (Lacerta vivipara, 48 mm) vorhanden ist; diese Anastomose zieht durch die Fissura orbitonasalis, zwischen dem Septum interorbitale und der bindegewebigen Umhüllung des Gehirns quer hindurch.

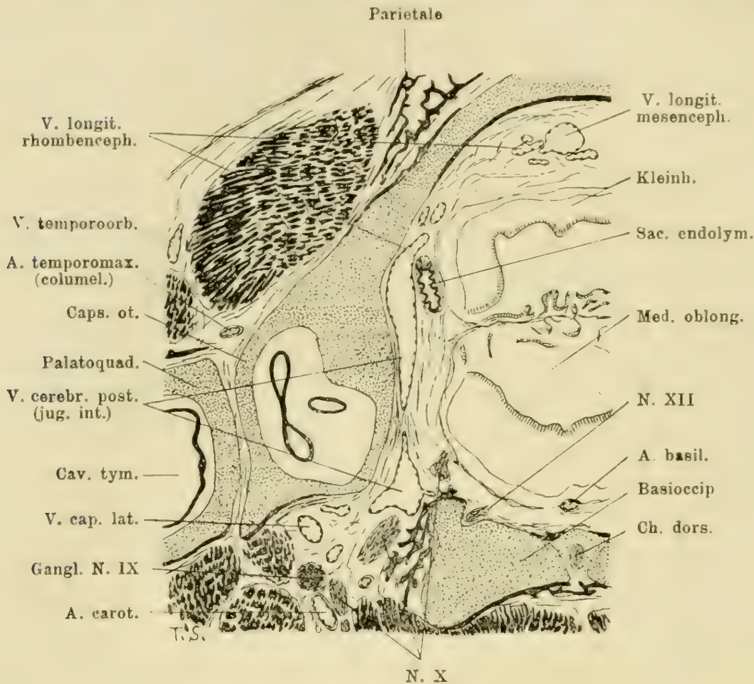
Am Schlusse betone ich nochmals, dass nach meiner Auffassung der Saccus endolymphaticus für die Gestaltung des Venensystems in der Schädelhöhle von Eidechsen eine grosse Bedeutung hat.

Schildkröten.

Ich bringe hier zunächst eine kurze Schilderung der Kopfvenen eines Embryo von Chelone viridis von 22 mm Kopflänge, um dabei gleichzeitig die Veränderungen festzustellen, die der in dem Modell dargestellte Zustand (Chelone viridis, Kopflänge 7 mm) erfahren hat. Bei diesem älteren Falle fängt das Primordialcranium an lebhaft zu verknöchern, wodurch das Knorpelgewebe schon einigermassen zerstört worden ist.

Von der V. cerebralis anterior ist keine Spur mehr vorhanden. Die V. cerebralis posterior (V. jugularis

interna), die durch das Foramen jugulare hinzieht, ist gross geblieben (Textfig. 30); ferner hat sich eine andere Vene, die durch das Foramen occipitale magnum verläuft, neu ausgebildet. Die neugebildete Vene tritt zwischen dem Occipitale und dem Atlas als V. atlantooccipitalis nach aussen, um end-

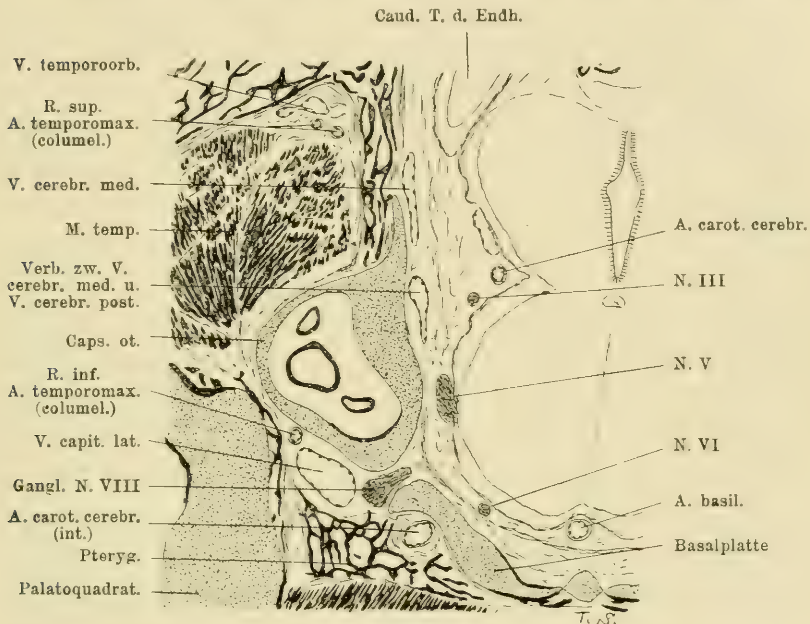


Textfigur 30.

Querschnitt des Kopfes eines alten Schildkrötenembryo (Chelone viridis, K. L. 22 mm) durch das Foramen jugulare. Schn. 482. Vergr. Zeiss 1 : a_2. Auf 3/4 verkleinert.

lich in die V. jugularis hineinzufliessen. Der S. foraminis occipitalis magni, aus dem die Vv. atlantooccipitales stammen, ist an der Innenfläche des Tectum posterius zwischen den beiderseitigen Vv. cerebrales posteriores stark entwickelt. Das sonstige Verhalten bei diesem älteren Stadium ist nicht wesentlich verändert, wie man am Modell sieht; trotzdem mögen

einige wichtige Dinge von anderen Venen der Vollständigkeit halber wieder erwähnt werden. In der Orbita ist ein grosser Venensinus entwickelt, dessen Blut in einer am Orbitalboden befindlichen Hauptabflussvene gesammelt wird. Die Hauptabflussvene des Sinus orbitalis verläuft am lateralen Umfang der Fenestra metoptica, der Pila prootica und der Fenestra



Textfigur 31.
Querschnitt des Kopfes eines alten Schildkrötenembryo (Chelone viridis, K. L. 22 mm) durch das Foramen faciale. Schn. 410. Vergr. Zeiss 1: a_2. Auf 3/4 verkleinert.

prootica nach caudal, und erreicht endlich den ventromedialen Umfang des Ganglion N. trigemini und die laterale Seite des Ursprungsteiles des M. retractor oculi. Dieser Teil derselben ist die V. capitis medialis (card. ant.). Am dorsalen Umfang des Pterygoid liegt die V. capitis medialis (card. ant.) im sog. Sulcus cavernosus (Siebenrock), der sich lateral vom Carotiskanal in demselben Knochen befindet. Gegenüber

dem knorpeligen Proc. pterygoideus des Palatoquadratums nimmt die Vene immer eine dorsale Lage ein. Dann trifft die Vene am nasalen Ende der Labyrinthkapsel den N. facialis (zu dem sie eine laterale Lage einnimmt) und geht in die V. capitis lateralis über (Textfig. 31). Diese zuletzt genannte Vene zieht nun lateral von der Labyrinthkapsel, medial vom Palatoquadratum, dorsal von der Columella auris und dem Cavum typani nach dem Halse hin. Die Art. columellaris befindet sich am dorsalen Umfang der Vene. Am lateralen Umfang der Fenestra metoptica hat die V. capitis medialis (card. ant.) die V. retrohypophysea nach medial abgegeben, die in die Sattelgrube hineinkommt. Das Blut der Nasenhöhle und des Gaumens fliesst in den unteren Orbitalsinus.

Die V. longitudinalis prosencephali gibt am dorsalen Umfang der Glandula pinealis beiderseits nach lateral die V. cerebralis media ab. Diese verläuft nun an der lateralen Seite des Mittelhirns nach ventral (Textfig. 31), und zieht alsdann an dem dorsalen Umfang der Labyrinthkapsel (und zwar an der Pars semicircularis anterior) entlang nach vorn, um nasal vom Ganglion N. trigemini in die V. capitis medialis (card. ant.) hineinzufliessen. Die V. longitudinalis prosencephali setzt sich von der Glandula pinealis noch weiter nach caudal fort; dieser weiterziehende Teil wird stärker und verläuft in der dorsalen Mittelrinne des Mittelhirns nach caudal (V. longitudinalis mesencephali). Unterwegs gibt die V. longitudinalis mesencephali beiderseits nach lateral viele Verzweigungen, die sich untereinander verbinden, ab. Am caudalen Ende des Mittelhirns, und zwar am nasalen, dorsalen Umfang des Hinterhirns teilt sich die V. longitudinalis mesencephali in zwei Vv. longitudinales rhombencephali (Textfig. 30), die zuerst an der lateralen Seite des Rautenhirns nach ventrolateral hinziehen und sich alsdann

an den beiderseitigen Labyrinthkapseln entlang zum Foramen jugulare als Vv. cerebrales posteriores (Vv. jugulares internae) begeben. Die V. cerebralis posterior (V. jugularis interna) behält ihre beträchtliche Dimension bei. Die Verbindungsbahn zwischen der V. cerebralis media und der V. cerebralis posterior, die der Labyrinthkapsel anliegt, ist deutlich erkennbar entwickelt. Nach caudal verbindet sich das Venennetz der dorsalen Seite des Hinterhirns vermittelst des gut entwickelten neuen Sinus foraminis occipitalis magni mit den Venen des Wirbelkanals; das Blut der hinteren Schädelhöhle wird durch die neue Bahn (V. atlantooccipitalis), die durch das For. occipitale magnum hinzieht, nach aussen abgeleitet.

Dieses eben geschilderte Verhalten der Kopfvenen der Chelone ist schon als definitiv zu betrachten. Ich füge ihm noch einige Bemerkungen über die Kopfvenen von anderen Schildkrötenarten hinzu.

Emys europaea Nr. 2 (Carapaxlänge 26 mm). Bei diesem Falle findet man keine wesentliche Verschiedenheit von dem eben beschriebenen Verhalten von Chelone. Die V. verebralis media geht aus der V. longitudinalis am dorsalen Umfang der Glandula pinealis heraus und mündet in die V. capitis medialis (card. ant.) und die V. capitis lateralis mit zwei Bahnen, von denen die eine nasal, die andere laterocaudal vom Ganglion N. trigemini verläuft. Die V. longitudinalis mesencephali ist stark. In dem Foramen occipitale magnum entwickelt sich der starke S. foraminis occipitalis magni, dessen Blut durch zwei Bahnen abgeführt wird; eine davon (V. cerebralis posterior oder jug. int.) zieht durch das For. jugulare lateral von der Vagusgruppe, die andere (V. atlantooccipitalis) durch das For. occipitale magnum und zwischen dem Occipitale und dem Atlas nach aussen hin. Zwischen der V. cerebralis media und der als V. cerebralis

posterior erkennbaren Vene findet man eine Verbindungsbahn, die an der Labyrinthkapsel entlang verläuft. Die V. capitis medialis (card. ant.) erstreckt sich am lateralen Umfang der Fenestra prootica ventromedial vom Ganglion N. trigemini und liegt in einer tiefen Knochenrinne des Pterygoid (Sulcus cavernosus). In der Umgebung des Ganglion N. trigemini entwickelt sich aus der Vene ein sinuöses Gebilde, welches aber ausserhalb der primitiven Schädelhöhle, und zwar in dem hinteren Teil der Orbitalhöhle sitzt. Die V. retrohypophysea ist deutlich erkennbar.

Podocnemis expansa Nr. 4 (Ersatzknochen in Form perichondralen Knochenlamellen angelegt). Das Verhalten der Kopfvenen bei diesem Falle unterscheidet sich nicht wesentlich von dem vorigen, nur eine Eigentümlichkeit sei erwähnt. Die V. retrohypophysea stammt aus der V. capitis medialis (card. ant.) und tritt durch den M. retractor oculi in die Fossa hypophysea hinein, wo sie sich mit derselben Vene von der anderen Seite verbindet und sinuös erweitert. Die Hypophyse taucht in diesen Venensinus, der sich mit den Venen des Pharynxdaches, die durch die Fenestra hypophysea in die Fossa hypophysea hineintreten, verbindet. Der Hypophysealsinus erstreckt sich an dem inneren Umfang der Fenestra metoptica und Pila prootica nach caudal und tritt schliesslich mit der V. cerebralis media in Verbindung. In diesem Sinus schwebt die A. carotis cerebralis.

Podocnemis expansa, Kopflänge 15 mm. Auch dieser Fall weist eine ihm eigene Besonderheit, die bei den vorigen Fällen nicht beobachtet worden ist, auf. Die beiderseitigen Ss. orbitales verbinden sich an ihrem hinteren Abschnitte durch die Lücke, die sich von dem Septum interorbitale und ventral von der bindegewebigen Hirnkapsel befindet, miteinander. Diese Verbindung liegt dorsal von einer ganzen Anzahl wichtiger Gebilde der Orbita (N. opticus, N. oculomotorius, N. trochlearis,

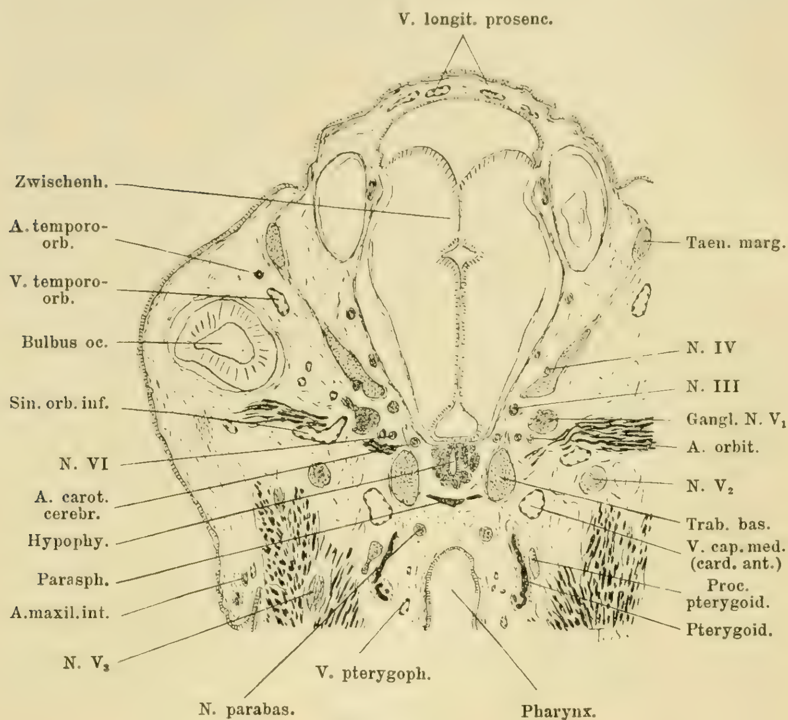
N. abducens, N. ophthalmicus, Art. ophthalmica und verschiedenen Augenmuskeln). Das sonstige Verhalten entspricht dem der anderen Fälle.

Wenn man nun aus den vorstehenden Schilderungen das wesentliche Verhalten der Kopfvenen der Schildkröten herauszulesen sucht, so ergibt sich im allgemeinen eine gleiche Anordnung. Ein Schema beherrscht nämlich die ganze Anordnung der Kopfvenen der Schildkröten (wie das später erklärt wird).

Anschliessend seien noch die Bojanusschen und Rathkeschen Angaben mit den oben beschriebenen verglichen. Der S. falciformis von Bojanus entspricht im allgemeinen der V. longitudinalis, während Rathke den nasalen Abschnitt derselben die V. sagittalis, und den caudalen Abschnitt, der dorsal vom Vierhügel (Mittelhirn) nach caudal zieht, den Sinus perpendicularis benannt hat. Der S. falciformis von Bojanus geht im Foramen occipitale magnum in den S. occipitalis über. Wie der Rathkesche S. perpendicularis nach caudal verläuft, bleibt ungewiss. Der S. transversus von Rathke sowie der S. lateralis von Bojanus entsprechen der V. cerebralis media. Der Bojanussche S. petrosus ist nichts anderes als die Vene, welche als Verbindungsbahn zwischen der V. cerebralis media und der V. cerebralis posterior an der Labyrinthkapsel geschildert wurde. Diese Strecke wurde von Rathke als der von dem S. transversus nach caudal abgeschickte engere Sinus, der durch das Foramen jugulare nach aussen geht, bezeichnet. Die V. capitis medialis (card. ant.) ist von Bojanus als S. cavernosus beschrieben, während ihre Fortsetzung — V. capitis lateralis — als Ursprung der V. jugularis gedeutet wird. Abgesehen von der Benennung der Gefässe, stimmen die Angaben von Bojanus mit den meinen im wesentlichen überein.

Krokodile.

Crocodilus biporcatus (Wiedersheimsche Serie Nr. III, K.-L. 1,2 cm). Die Vene der Nasenhöhle zieht durch die Fenestra cribrosa und die unvollkommen geschlossene Fissura orbitonasalis hindurch in die Orbita hinein, um dort in den Sinus

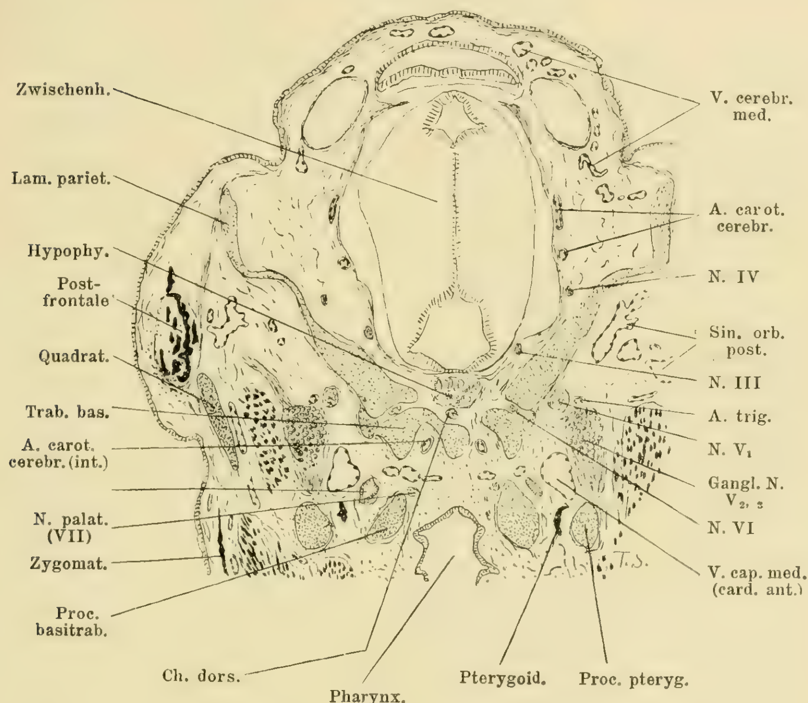


Textfigur 32.

Querschnitt des Kopfes eines Krokodilembryo (Crocodilus biporcatus No. III, K.-L. 1,2 cm) durch den hinteren Teil der Augen. Schn. 434. Vergr. Zeiss 1 : a_2. Auf $^5/_6$ verkleinert.

orbitalis hineinzufliessen. Im Gebiete des Nasenbodens verbinden sich die Venen des Gaumens und der Nasenhöhle miteinander. In der Orbitalhöhle hat sich ein starker Venensinus, wie man ihn bei den Eidechsen findet, ausgebildet. Der S. orbitalis erstreckt sich hauptsächlich an der medialen und

der ventralen Seite der Orbita und bildet eine Art Pfanne für den Bulbus. Das Blut aus dem Oberkiefer- und dem vorderen Gaumengebiet fliesst in den Orbitalsinus (S. orbitalis inferior) hinein. Die Vene, die aus dem hinteren Gaumengebiet herstammt, vereinigt sich mit der Vene aus dem Choanendach



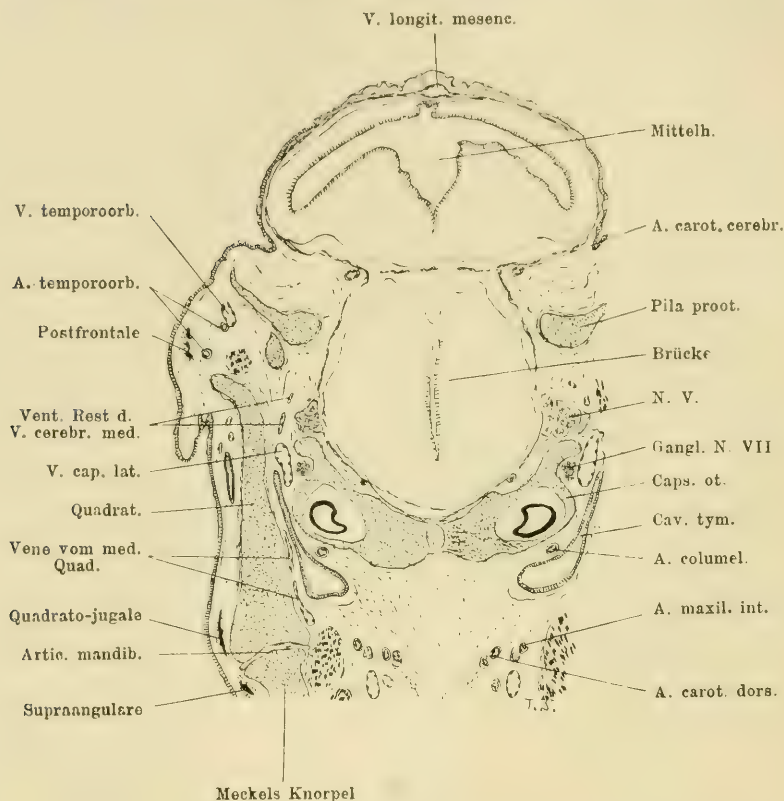
Textfigur 33.

Querschnitt des Kopfes eines Krokodilembryo (Crocodilus biporcatus, No. III) durch den hintersten Umfang der Orbita. Schn. 459. Vergr. Zeiss 1:a_2. Auf $^5/_6$ verkleinert.

und geht medial am Pterygoid herunter, um endlich in die V. mandibularis einzutreten (V. pterygopharyngea) (Textfig. 32).

Der S. orbitalis inferior gibt am caudalen Umfang des Orbitalbodens eine grosse Abflussbahn nach caudal, die

mit dem hinteren Teil des S. orbitalis inferior parallel hinzieht (Textfig. 32). Der hintere Teil des S. orbitalis bildet einen Plexus von verwickelter Anordnung. Die Hauptabflussbahn des Orbitalblutes ist die ursprüngliche V. capitis medialis



Textfigur 34.

Querschnitt des Kopfes eines Krokodilembryo (Crocodilus biporcatus No. III, K.-L. 1,2 cm) durch den vorderen Teil der Labyrinthkapsel. Schn. 500. Vergr. Zeiss $1:a_2$. Auf $^5/_6$ verkleinert.

(card. ant.); sie verläuft an der lateralen Seite der Trabecula baseos entlang nach caudal, wobei sie eine kleine Vene nach dem ventralen Umfang der knorpeligen Trabekel abgibt, die mit der anderseitigen entsprechenden Vene in Verbindung

steht (Textfig. 33). Diese querlaufende Vene steht mit der V. pterygopharyngea in Zusammenhang. Ferner liegt die V. capitis medialis (card. ant.) an dem lateralen Umfang der Trabecula und kommt dann in einen Kanal, der von dem Proc. basitrabecularis, dem Proc. pterygoideus Quadrati, dem Proc. ascendens Quadrati und der Pila prootica umgeben ist. Hier befindet sie sich medioventral vom Ganglion N. trigemini (Textfig. 33). Alsdann verläuft sie zwischen dem Quadratum und der Commissura suprafacialis nach caudal. An dem lateralen Umfang des Proc. basitrabecularis (im oben beschriebenen Kanal) nimmt die V. capitis medialis (card. ant.) eine Vene auf, die aus der Fossa hypophysea stammt und nasal von der Art. carotis cerebralis und dorsal von der Wurzel des Proc. basitrabecularis quer nach lateral hinzieht, um in die grosse Vene einzutreten. Die kleine Vene ist die V. retrohypophysea, die sich in der Fossa hypophysea mit der anderseitigen verbindet. Am caudalen Umfang des Ganglion N. trigemini kommt die V. capitis medialis (card. ant.) lateral von dem N. facialis zu liegen und geht nun in die V. capitis lateralis über (Textfig. 34).

Weiter caudal liegt die V. capitis lateralis zwischen der Labyrinthkapsel und dem Quadratum, medial den N. facialis begleitend, und überschreitet den dorsalen Umfang der Columella auris und das Cavum tympani. Schliesslich erreicht sie den lateralen Umfang der Fenestra cochleae, wo sie zu dem Keratohyale eine mediale und zu der Nervenschlinge, welche sich zwischen dem N. facialis, N. glossopharyngeus, N. vagus und den sympathischen Nerven bildet, eine dorsale Lage einnimmt. Am lateralen Umfang der Fenestra cochleae nimmt die V. capitis lateralis eine Vene auf, die das Blut des Labyrinthkapselinnern sammelt und durch die Fenestra cochleae herauskommt. Noch im lateralen Teil des Foramen jugulare tritt die sog. V. jugularis interna (V. cerebralis posterior),

die durch das Foramen jugulare mit der Vagusgruppe zusammen hindurchtritt, in die V. capitis lateralis hinein. Alsdann verläuft die V. capitis lateralis in der Halsgegend schon als V. jugularis, medial von dem Kiefergelenk, lateral von der Vagusgruppe, dem N. hypoglossus und der Art. carotis dorsalis und dorsal von der Art. maxillaris interna nach caudal, wobei sie die V. mandibularis in sich aufnimmt.

Am hinteren Umfang der Orbita bildet der caudale Teil des S. orbitalis einen Venenplexus, aus dem auch eine Abflussbahn (V. temporoorbitalis) stammt (Textfigg. 32—34). Die V. temporoorbitalis begleitet die gleichnamige Arterie (oder Art. columellaris) und verläuft an dem lateralen Umfang der Pila prootica nach caudal, wo sie im Zwischenraum zwischen der Pila prootica und dem Quadratum eine Vene abgibt, die zwischen der Labyrinthkapsel und dem Quadratum nach ventral hinläuft und eine Verbindung der V. temporoorbitalis und der V. capitis lateralis bildet. Die Hauptbahn der V. temporoorbitalis zieht weiter an dem lateralen Teil der Prom. semicircularis anterior entlang nach caudal, alsdann an der Prom. semicircularis lateralis nach ventral, um endlich nasal von der Crista parotica in die V. capitis lateralis hineinzufliessen. Die kleinen Venen aus der hinteren Occipitalgegend fliessen in die V. temporoorbitalis hinein. An der lateralen sowie an der medialen Seite des Quadratums finden wir ausserdem je eine Venenbahn; diese beiden Venen fliessen nasomedial vom Kiefergelenk in die V. capitis lateralis hinein (Textfig. 34).

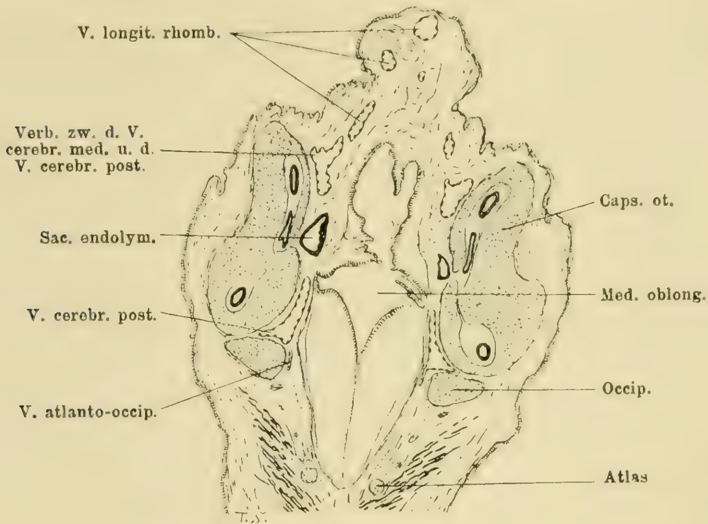
Die Venen im Schädelinneren verhalten sich folgendermassen. Zuerst verläuft die V. longitudinalis prosencephali am dorsalen Umfang des Endhirns nach caudal (Textfig. 32). Sie ist paarig und steht, wie schon gesagt, an der Fenestra olfactoria (an dem vordersten Ende), mit den Venen der Nasenhöhle und der Orbita vermittelst derjenigen Venen, die durch die Fenestra olfactoria und die unvollkommene

Fissura orbitonasalis zwischen der Nasen- und Orbitalhöhle hinziehen, in Verbindung. An dem dorsalen Umfang des Zwischenhirns erweitert sich eine jede V. longitudinalis allmählich und wird sinuös; diese sinuös gewordene V. longitudinalis erstreckt sich immer weiter nach caudal und läuft in der dorsalen Rinne des Mittelhirns hin. Aus diesen sinuösen Venen entwickelt sich ein Venennetzwerk, das sich an der lateralen Seite des vorderen Teiles des Mittelhirns nach ventral erstreckt. Dieser netzartig gestaltete Venenstrang am nasolateralen Umfang des Mittelhirns sieht wie ein dorsaler Rest der V. cerebralis media aus (Textfig. 33).

Am caudalen Umfang des Ganglion N. trigemini geht eine kleine Vene aus der Endpartie der V. capitis medialis (card. ant.), dem Anfangsteil der V. capitis lateralis, nach dorsal heraus und tritt durch die Incisura prootica in die Schädelhöhle hinein, um sich dort mit einer gleich zu schildernden Vene zu verbinden (Textfig. 34). Diese letztere zieht am mediodorsalen Umfang der Labyrinthkapsel (Pars ampullaris anterior) entlang nach caudal hin und wird caudalwärts allmählich immer stärker dadurch, dass sie die Venen der lateralen Seite des Hinterhirns aufnimmt; endlich mündet sie in die V. cerebralis posterior ein. (Verbindung zwischen der V. cerebralis media und der V. cerebralis posterior.) Ob die eben beschriebene kleine Vene auch mit der Vene in Verbindung steht, die oben als dorsaler Rest der V. cerebralis media beschrieben wurde, war ich vergeblich bemüht zu konstatieren. Trotzdem betrachte ich diese kleine Vene als ventralen Rest der V. cerebralis media.

Die V. longitudinalis mesencephali des Mittelhirns teilt sich am Ende desselben in zwei, die an der dorsalen Seite des Rhombencephalon divergierend nach laterocaudal hinziehen. Diese letztere paarige Vene ist als V. longitudinalis rhombencephali (oder der Anfangsteil der V. cere-

bralis posterior, da sie direkt in die V. cerebralis posterior übergeht) zu betrachten (Textfig. 35). Die V. longitudinalis rhombencephali erreicht den dorsocaudalen Umfang der Labyrinthkapsel, wo sie die oben beschriebene am mediodorsalen Umfang der Labyrinthkapsel verlaufende Vene aufnimmt, und zieht dann an der Prom. semicircularis posterior entlang nach dem Foramen jugulare hin. Von nun an ist sie als die V. cere-



Textfigur 35.

Querschnitt des Kopfes eines Krokodilembryo (Crocodilus biporcatus No. III) durch den hinteren Teil der Labyrinthkapsel. Schn. 611. Vergr. Zeiss 1 : a_2. Auf $^5/_6$ verkleinert.

bralis posterior anzusehen. Am mediocaudalen Umfang der Labyrinthkapsel (Prom. semicircularis posterior) wird die V. cerebralis posterior durch die Aufblähung des endolymphatischen Sackes von der Labyrinthkapsel abgehoben, wodurch die beiderseitigen Vv. cerebrales posteriores an der dorsalen Seite des Rautenhirns, und zwar zwischen beiden endolymphatischen Säcken nebeneinander in Berührung und sogar streckenweise zur Verschmelzung gebracht werden. Alsdann zieht die V.

cerebralis posterior noch weiter an der medialen Seite der Labyrinthkapsel (Recessus ampullaris posterior) nach dem Foramen jugulare, wo sie (als V. jugularis interna) lateral von der Vagusgruppe aus der Schädelhöhle heraustritt (Textfig. 35) und mit der V. capitis lateralis in Verbindung kommt.

Im Foramen occipitale magnum ist ein S. foraminis occipitalis magni zwischen beiden Vv. cerebrales posteriores entwickelt, der die Form eines ventralwärts offenen Hufeisens hat. Aus diesem Sinus geht eine kleine Vene heraus, die durch das Foramen occipitale magnum und zwischen dem Occipitale und dem Atlas mit dem N. cerv. I nach aussen tritt (Textfig. 35). Diese Vene (V. atlantooccipitalis) verbindet sich mit der V. jugularis.

Die anderen Serien (Nr. II, IV und VI) zeigen uns ebenfalls dieselbe Anordnung der Kopfvenen.

An der Serie VIII, die dem ältesten der von mir untersuchten Embryonen entstammt, werden zwei grosse Veränderungen wahrgenommen. Erstens ist die V. capitis lateralis nicht wie bei den vorigen Fällen klar verfolgbar. Wir finden eine kleine Venenbahn, die sich gerade an der Stelle der V. capitis lateralis befindet. Sie stammt aus dem ventromedialen Teil des Sinus orbitalis her und verläuft nach caudal, wo sie sich ventral vom Ganglion N. trigemini befindet und mit der Hirnvene in Verbindung steht. Sie zieht nun weiter nach caudal hin und tritt an dem medialen Umfang des Kiefergelenkes in die V. maxillaris interna, welche nächstens erwähnt wird. Diese kleine Vene ist als Rest der rückgebildeten V. capitis lateralis zu betrachten.

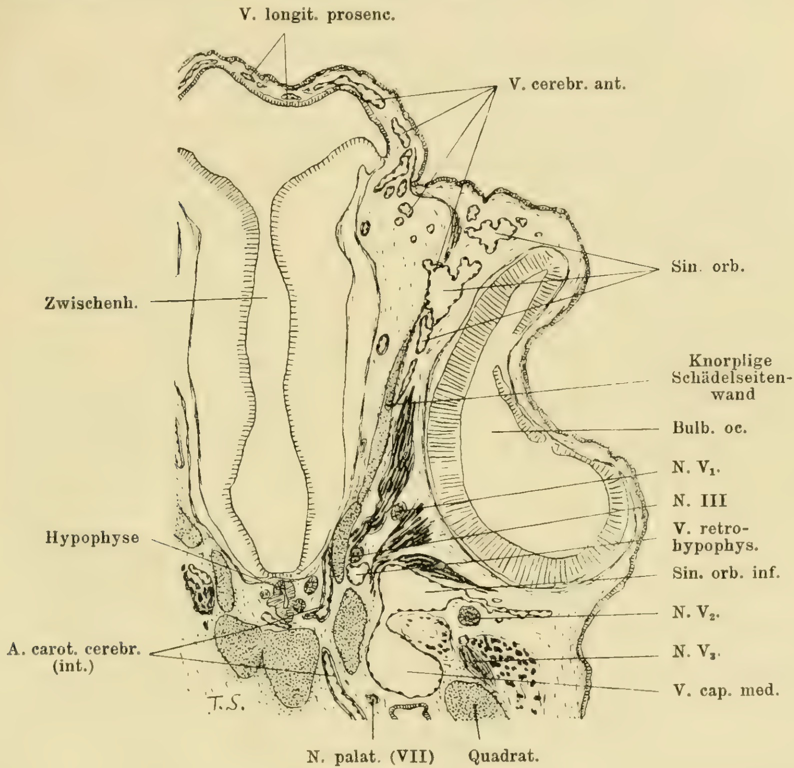
Als Ersatz für sie besteht eine neu entwickelte Bahn, (V. maxillaris interna), welche mehr aus dem laterocaudalen Teil des Sinus orbitalis stammt und an dem medialen Umfang des Zygomaticum und des Quadratojugale, die Art. maxillaris interna begleitend, nach hinten verläuft. Vor dem Kiefergelenk

wendet sie ihre Verlaufsrichtung nach mediocaudal und fliesst schliesslich in die V. jugularis interna hinein. Die V. maxillaris interna vereinigt sich am medioventralen Umfang des Kiefergelenkes mit der V. temporoorbitalis und der Unterkiefervene. Daraus entsteht die V. temporomaxillaris (Hochstetter). Eine andere Abflussbahn des Orbitalblutes ist die V. temporoorbitalis, die erhalten geblieben ist und sich infolge des Verschwindens der V. capitis lateralis sogar verstärkt hat.

Von grosser Bedeutung ist ferner die grosse Veränderung der Hauptabflussbahn des Blutes der Schädelhöhle. Die V. cerebralis posterior (V. jugularis interna), die mit den Nerven der Vagusgruppe durch das For. jugulare zieht, ist kaum erkennbar. Anstatt dieser hat sich die Vene (V. atlantooccipitalis), die durch das Foramen occipitale magnum und zwischen dem Occipitale und dem Atlas mit dem N. C. 1 nach aussen kommt, stark entwickelt und ist die einzige definitive Abflussbahn des Blutes der Schädelhöhle geworden.

Endlich mag noch das Verhalten bei einem sehr jungen Embryo von Crocodilus biporcatus (Nr. XIII, Kopflänge 7 mm) geschildert werden, das noch ursprünglicher ist, als das des Crocodilus biporcatus Nr. III. Aus dem mediocaudalen Teil des S. orbitalis geht eine Vene heraus, die durch die zukünftige Fenestra epioptica in die Schädelhöhle hineintritt, wo sie an dem laterocaudalen Teil des Endhirns entlang nach dorsal hinzieht und sich an dem dorsalen Umfang des Vorderhirns mit dem Venennetz vereinigt. Sie ist als die V. cerebralis anterior zu betrachten (Textfig. 36). Die Venen der Orbita fliessen nach caudal in die V. capitis medialis (card. ant.) hinein, die sich am ventromedialen Umfang des Ganglion N. trigemini befindet und am caudalen Umfang desselben in die V. capitis lateralis übergeht. Diese verläuft an der lateralen Seite der Labyrinthkapsel, über die Columella auris, den

N. facialis medial begleitend, nach caudal und erreicht den caudalen Teil des Foramen jugulare, an dem sie die V. cerebralis posterior aufnimmt. In der Schädelhöhle findet man am dorsalen Umfang des Rautenhirns ein starkes Venennetz, welches sich nach nasal bis an die Seite des Mittelhirns



Textfigur 36.
Durchschnitt des Kopfes eines jungen Krokodilembryo (Crocodilus biporcatus No. XIII, K. L. 7 mm). Pl. 15. Vergr. Zeiss 5 : a_2. Auf $^3/_4$ verkleinert.

erstreckt. Hier gibt es eine besondere Vene, die nach caudal mit dem oben beschriebenen Venennetz in Verbindung steht und als V. cerebralis media zu betrachten ist. Sie verbindet sich nach dorsal mit dem vorderen Abschnitt der V. longitudinalis des Mittelhirns und verläuft an der Seite dieses Hirn-

teils herab nach ventral. Zwischen dem Ganglion N. trigemini und dem Ganglion N. facialis kommt die V. cerebralis media zum Vorschein und fliesst in die V. capitis lateralis hinein. Die V. cerebralis media schickt an der Labyrinthblase einen Zweig nach caudal ab, der an derselben caudalwärts zieht und mit der die Nerven der Vagusgruppe begleitenden Vene (V. cerebralis posterior) in Verbindung steht. Diese Verbindungsbahn zwischen der V. cerebralis media und der V. cerebralis posterior steht auch mit dem oben geschilderten Venennetz an dem Rhombencephalon in gewissem Zusammenhang, so dass dieses Venennetz als zwischen der V. cerebralis media und der V. cerebralis posterior ausgespannt erscheint. Bei diesem Falle verläuft die V. retrohypophysea dorsal von der Trabecula durch die zukünftige Fenestra metoptica in die Schädelhöhle (Fossa hypophyseos) hinein.

Nach dieser Beschreibung der von mir angestellten Untersuchungen will ich versuchen, über die von Rathke und Hochstetter sowie von mir gemachten Angaben vergleichende Betrachtungen aufzustellen. Rathke hat beim Krokodil die Hauptabflussbahn sämtlicher Venen ausserhalb des Schädels als V. jugularis externa, die der gleichnamigen der Säuger entsprechen soll, aufgefasst (worauf ich im nächsten Kapitel zurückkommen werde). Unter der V. jugularis externa hat er einen grossen Hauptvenenstamm mit dem Namen V. facialis (die zwei Hauptwurzeln, V. dentalis superior und V. dentalis inferior, sowie eine Abflussbahn aus der Orbita hat) belegt; diese jedoch entspricht der V. temporomaxillaris von Hochstetter (und ist von mir bei Nr. VIII erwähnt). Das ausserhalb des Schädels befindliche Blut wird definitiv durch die von Hochstetter bezeichnete V. temporomaxillaris (die aus drei Wurzeln, der V. temporoorbitalis, V. maxillaris interna und V. mandibularis entstammt) abgeleitet.

In der Schädelhöhle verläuft an der dorsalen Mittellinie

des Gehirns die V. longitudinalis von nasal nach caudal, wie Rathke und Hochstetter übereinstimmend angegeben haben; nur in den Bezeichnungen der einzelnen Strecken derselben unterscheiden sich beide Autoren voneinander. Die V. cerebri posterior von Hochstetter, die am hinteren Umfang des Endhirns von der V. longitudinalis ausgeht, ist nach ihm entwickelungsgeschichtlich unklar; jedoch glaube ich, dass diese Vene als ein dorsaler Rest der V. cerebralis media anzusehen ist. Der Recessus lateralis von Hochstetter, der an dem caudalen Umfang des Mittelhirns vorhanden ist, entspricht wahrscheinlich dem Derivat des dortigen Venennetzes in der Embryonalzeit. Was die Vene an der dorsalen Seite des Rhombencephalon anbelangt, so hat Hochstetter bei einem 16,1 mm Kopflänge betragenden Embryo folgendes angegeben: „Caudal von der Kleinhirnanlage gabelt er (= Sinus longitudinalis des Mittelhirns) sich dann in zwei Schenkel, die zuerst in der Richtung gegen die dorsalen und caudalen Ränder der beiden knorpeligen Labyrinthkapsel divergieren, um hier angelangt winklig abzubiegen und sich in konvergierendem Verlauf über der dünnen Decke der IV. Hirnkammer auf eine kurze Strecke weit zu dem einheitlichen Venenkanal der V. rhombencephali longitudinalis zu vereinigen, dem seitlich die Saccus endolymphatici anliegen. Die V. rhombencephali longitudinalis teilt sich jedoch bald wieder in jene beiden mächtigen Venenkanäle, welche mit den N. vagi den Schädel verlassen. Dort, wo die beiden durch die Teilung der V. longitudinalis mesencephali entstandenen Venenschenkel aus der divergierenden in die konvergierende Richtung übergehen, mündet in sie auf jeder Seite die V. transversa cerebri ein.“ Meine Untersuchungsbefunde der Venen an der dorsalen Seite des Rhombencephalon stimmen im wesentlichen mit dieser Angabe von Hochstetter überein. Für die Bildung des konvergierenden und einheitlichen Teiles der von Hochstetter

angegebenen V. rhombencephali longitudinalis hat der Autor keinerlei Erklärung abgegeben. Die rautenförmige Lücke, die von den beiderseitigen divergierenden und konvergierenden Abschnitten der V. rhombencephali longitudinalis eingeschlossen wird, wird bei fortschreitender Entwickelung immer mehr verengt. Meine vorher für die Eidechsen abgegebene Erklärung, dass dies Verhalten derselben zweifellos durch die Aufblähung des endolymphatischen Sackes verursacht worden ist (Textfig. 25), gilt auch für die Krokodile.

Die Vene, die mit den Nerven der Vagusgruppe durch das Foramen jugulare die Schädelhöhle verlässt, ist, wie Hochstetter angegeben hat, die primäre hintere Ableitungsbahn des Blutes der Schädelhöhle, weshalb sie entwickelungsgeschichtlich mit Recht als V. cerebralis posterior bezeichnet wird. Der dorsale Ursprung der V. cerebralis posterior ist die V. longitudinalis rhombencephali. Die ableitende Vene, die durch das Foramen occipitale magnum hinläuft (die Wurzel der V. jugularis interna von Hochstetter), ist als secundäre Bahn zu betrachten (V. atlantooccipitalis).

Die V. transversa cerebri von Hochstetter entspricht ganz und gar derjenigen von mir, die als Verbindungsbahn zwischen der V. cerebralis posterior und der V. cerebralis media an der Labyrinthkapsel hinzieht. Der S. transversus cerebri von Rathke (der denselben als Homologon des S. transversus der Säuger betrachtete), verdient diese Bezeichnung und Deutung, wie schon Hochstetters Schilderung ergeben hat.

Im Anschlusse an Hochstetter möchte ich zum Schlusse auch an dieser Stelle erwähnen, dass die primäre V. capitis medialis (card. ant.) resp. V. capitis lateralis bei dem definitiven Zustande der Kopfvenen von Krokodilen nachträglich im Kopfgebiet fast gar keine Spur zurückgelassen hat. Trotzdem nehme ich an, dass die an dem ventralen Umfang des Ganglion N.

trigemini hinziehende kleine Vene (bei Nr. VIII) wahrscheinlich ein Rest der V. capitis medialis (card. ant.) resp. V. capitis lateralis ist.

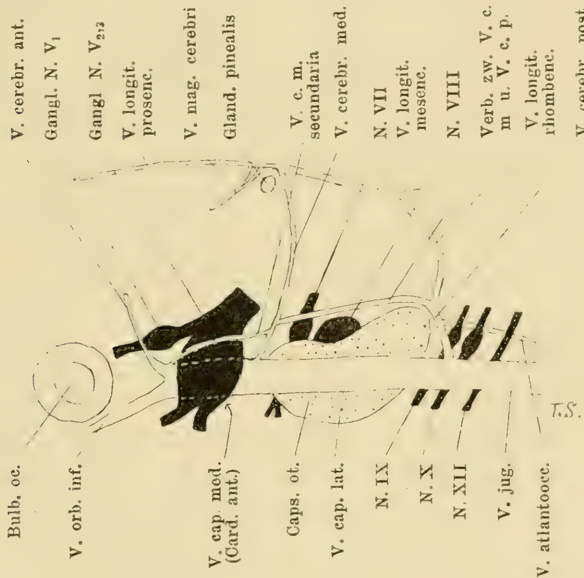
Nach der einzelnen Darstellung der Kopfvenen jeder Art von Reptilien gehe ich zu einer vergleichenden Betrachtung derselben über.

Ich vergleiche zunächst die Modelle von Lacerta agilis und von Chelone viridis miteinander (Taf. 30—33, Figg. 3, 4, 5 u. 6). Der Sinus orbitalis wird bei beiden durch die V. capitis medialis (card. ant.) resp. V. capitis lateralis abgeleitet. Die V. capitis medialis (card. ant.) resp. die V. capitis lateralis ist bei beiden Fällen entwickelungsgeschichtlich und topographisch durchaus übereinstimmend, ebenso auch die andere Ableitung des Orbitalsinus, die V. temporoorbitalis. Bei dem Modell der Schildkröte fand ich noch die V. cerebralis anterior, während sie bei der Eidechse schon zugrunde gegangen war. Abgesehen von dem komplizierten Venennetz an der dorsalen Seite des Mittelhirns sowie des Rhombencephalon der Schildkröte und der secundären Veränderung der V. longitudinalis mesencephali an derselben Stelle, ist die longitudinale Vene des Gehirns ganz übereinstimmend vergleichbar. Die V. longitudinalis des Gehirns zieht an der dorsalen Wölbung des Gehirns entlang von vorn nach hinten. Während sie bei dem Modell der Eidechse vollständig einheitlich ausgebildet ist, hat sie bei der Schildkröte mehr ein netzförmiges Aussehen. Die einheitliche longitudinale Vene hat sich bei der Eidechse auch aus den netzförmig angeordneten Venen gebildet. An dem dorsalen Umfang der Pinealdrüse geht die V. cerebralis media sowohl bei der Eidechse als auch bei der Schildkröte aus der Longitudinalvene heraus. Caudal von dieser V. cerebralis media findet man am Modell der Schildkröte ein starkes Adernetz, das die dorsale und laterale Seite des Mittelhirns und des nasalen Teiles des Rhombencephalon

überzogen hat. Von diesem Netz existiert am Modell der Eidechse ein kleiner Teil. Die V. cerebralis posterior ist bei beiden Fällen übereinstimmend erkennbar, nur dass das Verhalten der Ursprungsstelle derselben aus besonderen Gründen, die Erwähnung finden werden, bei jedem von beiden anscheinend verschieden ist. Der S. foraminis occipitalis ist an dem Modell der Schildkröte noch nicht entwickelt, während er an dem der Eidechse stark ausgebildet ist. Bei Emys europaea Nr. 2 sieht man, wie schon gesagt, dasselbe Verhalten des S. foraminis occipitalis magni wie an dem Modell der Eidechse. Zwischen der V. cerebralis media und der V. cerebralis posterior befindet sich eine Verbindungsbahn, die, wie an jedem Modelle sichtbar ist, an der Labyrinthkapsel hinzieht. Caudal vom Ganglion N. trigemini fliesst die V. cerebralis media bei beiden gleichfalls in die V. capitis lateralis hinein. Auf Grund dieser vergleichenden Betrachtung kann man mit Bestimmtheit annehmen, dass das Venensystem des Kopfes der Eidechsen sowie der Schildkröten nach ein und demselben Schema aufgebaut ist, welches in der Figur 37 veranschaulicht wird.

Wenn man das Venensystem des Kopfes des Krokodiles Nr. III mit den oben bezeichneten Schema vergleicht, so ergibt sich eine im wesentlichen gut übereinstimmende Homologie zwischen beiden. Freilich ist die V. capitis lateralis bei dem Krokodile im definitiven Zustande ebenso wie die V. cerebralis media und die V. cerebralis posterior zugrunde gegangen, doch bleiben im Trigeminusgebiet von der V. capitis lateralis wie von der V. cerebralis media gewisse Spuren erhalten, wie früher geschildert wurde. Die V. transversa cerebri von Hochstetter bei Krokodilen entspricht mit Sicherheit der Vene, die bei Eidechsen und Schildkröten als Verbindung zwischen der V. cerebralis media und der V. cerebralis posterior an der Labyrinthkapsel entlang sich ausdehnt.

Für alle Reptilienarten im allgemeinen (Eidechsen, Schildkröten und Krokodile) hat das folgende hier hinzugefügte Schema Gültigkeit. Die V. capitis medialis (card. ant.) resp. V. capitis lateralis ist die Grundlage des Kopfvenensystems der Reptilien. Wenn auch (wie Grosser und Brezina angegeben haben) bei Tropidonotus die ganze Strecke der V. capitis medialis (card. ant.) durch die V. capitis lateralis er-



Textfigur 37.
Schematische Darstellung der Kopfvenen der Reptilien.

setzt worden ist, so ist doch bei anderen Arten eine medial vom Ganglion N. trigemini gelegene Strecke der V. capitis medialis (card. ant.) lebenslang erhalten geblieben. Ausnahmsweise ist bei Krokodilen die V. capitis medialis (card. ant.) resp. V. capitis lateralis fast vollständig bis auf einen kleinen Rest am ventralen Umfang des Ganglion N. trigemini zurückgegangen. Bemerkenswert ist noch, dass diese Strecke stets mit dem Venensystem der Orbita in Verbindung steht. Die V.

cerebralis anterior, die V. cerebralis media und die V. cerebralis posterior entwickeln sich in gewisser Embryonalzeit und gehen nachher teilweise oder gänzlich zugrunde. Die drei oben geschilderten Venen erstrecken sich an der Seite des Gehirns nach dorsal (die V. cerebralis anterior an der Seite des Prosencephalon, die V. cerebralis media an der Seite des Mesencephalon und die V. cerebralis posterior an der Seite des Rhombencephalon) und zerfallen dann in mehrere Venenzweige, die untereinander anastomosieren, woraus an der dorsalen und lateralen Seite des Gehirns ein langgestrecktes Adernetz entsteht. Aus diesem Adergeflecht hat sich allmählich die V. longitudinalis cerebri gebildet (V. longitudinalis prosencephali, unpaarig, klein, V. longitudinalis mesencephali, unpaarig, gross und V. longitudinalis rhombencephali, paarig, mässig gross).

An dem hinteren Ende des Mittelhirns teilt sich die V. longitudinalis mesencephali in zwei Äste, welche an der Seite des Rhombencephalon divergierend, auf jede Seite nach laterocaudal und dann an der Labyrinthkapsel entlang nach dem For. jugulare verlaufen. Es sind die Vv. longitudinales rhombencephali, die sich direkt in die Vv. cerebrales posteriores fortsetzen. Im Foramen occipitale magnum entwickelt sich nachträglich der S. foraminis occipitalis magni zwischen beiden Vv. cerebrales posteriores. Die Ausbildung der anscheinend einheitlichen und unpaaren sog. V. rhombencephali longitudinalis geschieht bei Krokodilen wie bei Eidechsen dadurch, dass der an der Labyrinthkapsel anliegende Venenteil der V. cerebralis posterior durch die Aufblähung des endolymphatischen Sackes von der Labyrinthkapsel abgehoben wird. Die V. cerebralis posterior, die zusammen mit dem Vagus den Schädel verlässt, ist bei Schildkröten (Bojanus) erhalten geblieben, während sie sowohl bei Krokodilen (Hochstetter) als auch bei Eidechsen minimal oder spurlos zurück-

getreten ist. Die Vene (V. atlantooccipitalis), die aus dem S. foraminis occipitalis magni herstammt und durch das Foramen occipitale magnum und zwischen dem Occipitale und dem Atlas mit dem N. C. I nach aussen tritt, um sich in die V. jugularis interna einzusenken, ist zweifellos die secundäre Bahn. Die der V. transversa cerebri der Krokodile entsprechende Vene, ist die Verbindungsbahn zwischen der V. cerebralis media und der V. cerebralis posterior, wie schon erörtert worden ist. Gleichfalls findet man in allen Fällen die V. retrohypophysea, die aus der V. capitis medialis (card. ant.) herausgeht. Dadurch ist nun tatsächlich bewiesen worden, dass das Kopfvenensystem der Reptilien nach dem beschriebenen Grundschema angeordnet ist.

Zum Schlusse möchte ich über die V. cerebralis posterior eine kurze Bemerkung machen. Grosser und Brezina haben folgendes angegeben: „Die beim Eidechsenembryo der Serie VI erwähnte Vene, die in der Nähe des Vagus verläuft, ist jetzt zu einem ziemlich ansehnlichen Gefässe geworden, das mit diesem Nerven, an dessen lateralen Seite gelegen, den knorpeligen Schädel verlässt. Die V. longitudinalis epencephali (rhombencephali) steht mit diesem Gefäss in Verbindung. Dasselbe bekommt einen Seitenzweig von der Gegend des ersten Zwischenwirbelloches, in welchem wir die Anlage der V. cerebralis posterior zu sehen haben, die aber vorläufig noch nicht bis ins Innere des Schädels verfolgbar ist.“ Weiter haben die Autoren angegeben, dass die den Vagus begleitende Vene beim Embryo der Serie XX bereits spurlos verschwunden ist, und die Anlage der von ihnen V. cerebralis posterior genannten Vene sich schon definitiv gebildet hat. Nach dieser Angabe ist die den Vagus begleitende Vene als die primäre Abflussbahn des Blutes der hinteren Schädelhöhle und die andere als die secundäre Ableitungsbahn desselben anzusehen. Hiermit stimme ich sachlich überein. Dagegen finde ich, dass die erstere

Vene (die mit der Vagusgruppe durch das For. jugulare den Schädel verlässt) nicht immer ein nur vorübergehendes Dasein hat. Ich habe ihr ziemlich langes Erhaltenbleiben bei Eidechsen sowie bei Krokodilen und Schildkröten konstatiert; bei letzteren ist sie sogar lebenslang vorhanden. Auf Grund dieser Tatsache halte ich denn auch die von Grosser und Brezina vertretenen Auffassungen sowie die Benennungen der Venen nicht für zutreffend. Die den Vagus begleitende Vene sollte zufolge ihrer primären Entwickelung und der lebenslangen Existenz (Schildkröte) als V. cerebralis posterior bezeichnet werden, und die secundäre Bahn, die von Grosser und Brezina den Namen „V. cerebralis posterior" erhielt, muss ihrer Lage nach als V. atlantooccipitalis benannt werden.

Meine Auffassung erscheint auch vergleichend-anatomisch um so richtiger, als man auch bei Amphibien eine Bahn, die vom Ganglion jugulare N. vagi herkommt und in Begleitung des N. vagus verläuft, wahrnehmen kann (R. jugularis proprius, beim Frosch, nach Gaupp).

Vergleichend-anatomische Betrachtung über die Kopfvenen von Säugern und Reptilien.

Nach meiner vorhin gegebenen Schilderung ist das Kopfvenensystem der Säuger sowie das der Reptilien auf je ein im allgemeinen für alle Abteilungen der betreffenden Tierklasse anwendbares Grundschema zurückführbar. Meine Aufgabe ist es nun, diese beiden Grundschemata miteinander zu vergleichen und gemeinsame Punkte herauszufinden, um darauf einigermassen unsere vergleichend-anatomische Betrachtung aufzubauen.

Zunächst werde ich die V. capitis medialis (card. ant.) behandeln. Grosser hat seiner Zeit schon nachgewiesen, dass die V. capitis medialis (card. ant.) als erstes Element der Kopfvenen aller Wirbeltiere zu betrachten ist. Ferner tritt nach ihm die V. capitis lateralis als Ersatz der zurückgebildeten V. capitis medialis (card. ant.) in gewisser Lage (lateral von den Gehirnnerven und der Labyrinthblase) auf und bildet das zweite Element des Kopfvenensystems. Nach meinen eigenen Untersuchungen, die sich nur auf Amnioten beziehen, bilden bei diesen in der Tat die beiden genannten Venen, neben der für den Unterkiefer bestimmten V. jugularis inferior (Grosser) die erste Grundlage des Kopfvenensystems. Die V. capitis medialis (card. ant.) hat zwei Wurzeln, die als V. orbitalis inferior, und die als V. cerebralis anterior bezeichnete Vene. Trotz des Verschwindens der V. capitis medialis (card. ant.) bei Tropidonotus gehen diese beiden Venen in die V. capitis lateralis, da die letztere einen vollständigen Ersatz für die früher medial vom Ganglion N. trigemini laufende zurückgebildete V. capitis medialis (card. ant.) bildet. Zwischen dem Ganglion N. trigemini und dem Ganglion N. facialis verläuft eine Vene, die an der nasolateralen Seite der Brücke und des Mittelhirns von dorsal herkommt und die Anlage der V. cerebralis media darstellt. An dem caudalen Umfang der Labyrinthkapsel finden wir eine Vene, welche mit dem N. vagus verläuft und als Anlage der V. cerebralis posterior in die V. capitis lateralis hineinströmt. An dem dorsalen Umfang des Gehirns entwickelt sich nach und nach die V. longitudinalis aus dem Venennetz, das durch die dort mit- und untereinander mehrfach vorhandenen Verbindungen der beiderseitigen Vv. cerebrales anteriores, mediae und posteriores entstanden ist. Soweit ist das Verhalten des Kopfvenensystems sowohl bei den Säugern, als auch bei den Reptilien wesentlich übereinstimmend. (Vgl. Schema III von

Säugern — Textfig. 12 — und das Schema von Reptilien — Textfig. 37.)

Bei den Reptilien tritt die definitive Ausbildung der Kopfvenen schon in dem Stadium ein, welches beim letzten Schema zum Ausdruck gekommen ist, während bei den Säugern noch nachträglich verschiedene Veränderungen auftreten. Infolgedessen finden wir für einige Kopfvenen, die für die Säuger charakteristisch sind, bei den Reptilien keine homologen Bahnen. So sind der Sinus petrosus superior und der Sinus petrobasilaris bei den Säugern erst Bildungen der späteren Entwickelungsstadien und daher bei den Reptilien ohne Homologa (Schema von Säugern IV, V und VI; Textfigg. 13—15).

Im folgenden sollen nun die einzelnen Venenabschnitte der Kopfvenen der Säuger mit denen der Reptilien auf ihre Homologie hin eingehender geprüft werden.

Der S. sagittalis superior der Säuger und die V. longitudinalis prosencephali der Reptilien sind beide ohne Zweifel homolog. Sowohl der S. sagittalis superior der Säuger als auch die V. longitudinalis prosencephali der Reptilien haben sich aus dem an der dorsalen Seite des Vorderhirns befindlichen Adernetz gebildet, das durch die Verbindungen der beiderseitigen kompliziert gestalteten Vv. cerebrales anteriores entstanden ist. Dieses Netz kann man bei Embryonen von Kaninchen, Talpa, Meerschweinchen (Salzer), Fledermäusen (Grosser) und Menschen (F. Mall, Markowski) sowie bei solchen von Eidechsen (Grosser und Brezina), Krokodilen (Hochstetter) und Schildkröten wahrnehmen. Eine Andeutung für die netzförmige Anlage der längslaufenden Venenbahn ist auch bei erwachsenen Tieren zu finden, so hat z. B. Dennstedt den S. sagittalis superior des Pferdes der Gestaltung nach dahin gedeutet, dass derselbe seine Entstehung der Verschmelzung der netzförmig angeordneten Venen verdankt. Während aber der S. sagittalis superior bei den Säugern

sich stark entwickelt hat, ist die V. longitudinalis prosencephali bei den Reptilien schwach geblieben (Taf. 28 u. 30, Figg. 1 u. 3). Dieser Grössenunterschied ist wohl in dem Entwickelungsgrad des Grosshirns begründet.

Die Sammelbahn des Blutes vom Dache des Zwischenhirns sowie der Seitenventrikeln, die der V. magna cerebri der Säuger entspricht, entwickelt sich bei Reptilien nicht so mächtig wie bei letzteren. In früheren Embryonalstadien haben Säuger ebenso wie Reptilien eine ähnliche Anlage der V. magna cerebri besessen, bei ersteren aber wird durch die ausgeprägte Entwickelung des Grosshirns das Zwischenhirn vollständig bedeckt, wozu noch die Ausbildung des Balkens tritt, welcher die Anlage der dorsalen längslaufenden Venenbahn von der V. magna cerebri trennt, ohne jedoch die Verbindung zwischen beiden, durch den am caudalen Ende der Falx cerebri entlangziehenden S. rectus verhindern zu können. Der S. sagittalis inferior (V. corporis callosi), der bei Säugern spezifisch ist, gilt für die secundäre Bahn, deren Entwickelung wahrscheinlich durch die Bildung des Balkens sowie der Falx cerebri veranlasst worden ist. Diese Bahn fliesst am caudalen Umfang des Balkens in den S. rectus hinein. Eine Vereinigung der drei Bahnen, nämlich der V. longitudinalis superior, des S. rectus und des S. transversus, an einer beschränkten Stelle, wie sie im älteren Embryonal- bzw. erwachsenen Stadium als Confluens sinuum besteht, fehlt noch bei jüngeren Individuen. Sie wird erst in späteren Stadien bedingt durch die starke Vergrösserung des Grosshirns, durch die die Einmündung des Sinus rectus in die längslaufende Vene nach caudal verschoben wird. Diesen Veränderungsvorgang konnte ich bei Kaninchenembryonen konstatieren (Textfigg. 12 u. 13). Das Gehirn von Reptilien besitzt keinen Balken; infolgedessen bleiben die ursprünglichen Verbindungen zwischen der Anlage der V. longitudinalis prosencephali und der der V. magna cerebri lebens-

lang bestehen. Diese Verbindungen befinden sich in der Fissura longitudinalis cerebri.

Nach dem entwickelungsgeschichtlichen Vergleiche entspricht der Confluens sinuum bei den Reptilien einem Stück der V. longitudinalis, das sich über der Glandula pinealis befindet. Dies Stück, von dem die V. cerebralis media nach beiderseits ausgeht, ist gleichzeitig die Übergangsstelle zwischen der V. longitudinalis prosencephali und der V. longitudinalis mesencephali. Bei Säugerembryonen liegt der Confluens sinuum ebenfalls über der Glandula pinealis, später, mit der Entwickelung des Grosshirns, entfernt er sich aber allmählich von derselben. Die netzförmig auf dem Dache des Zwischenhirns ausgebreiteten Venen der Reptilien treten über der Glandula pinealis in die V. longitudinalis prosencephali hinein. Besonders starke Venennetze hat das Dach des Zwischenhirns bei Krokodilen (Nr. 3) aufzuweisen.

Der Confluens sinuum der Säuger ist ziemlich kompliziert und je nach den Tierarten verschieden gestaltet, wie uns Dennstedt beim Pferd (dreieckig), beim Rind (starkes Adergeflecht) und beim Hund (⊥förmig) geschildert hat. Diese verschiedenen Gestalten des Confluens sinuum werden durch die verschiedene Ausbildung erklärt. Die Lage des Confluens sinuum zum Dach des Schädels ist verschieden, z. B. liegt er bei Reptilien unter dem Parietale, bei Kaninchen unter dem nasalen Ende des Interparietale und beim Menschen an der Protuberantia occipitalis interna der Occipitalschuppe. Demnach ist anzunehmen, dass der Confluens sinuum, der Vergrösserung des Grosshirns folgend, seine Lage zum Schädeldach nach caudal verschiebt.

Der S. occipitalis der Säuger ist eine secundäre caudale Fortsetzung des S. sagittalis superior; daher ist die Vorstellung von Manum, dass der Sinus occipitalis morphologisch als eigentliche Fortsetzung des S. sagittalis superior zu betrachten

ist, zweifellos unzutreffend. Bei den Säugern wird das Mittelhirn infolge der starken Entwickelung des Gross- und Kleinhirns von dorsal überwachsen und liegt demgemäss tief. Unter dieser Bedingung verkümmert die eigentliche direkte Fortsetzung des S. sagittalis superior, die über dem Mittelhirn verläuft und der V. longitudinalis mesencephali der Reptilien entspricht. Es ist ein Beispiel bekannt, dass bei Chiropteren, speziell bei Vespertilioniden, die der V. mesencephali longitudinalis der Reptilien entsprechende Vene noch gut entwickelt in der longitudinalen Furche des Vierhügels erhalten geblieben war (Grosser). Auch ich habe bei Talpa Nr. 2 die noch ziemlich gut erhalten gebliebene longitudinale Vene des Mittelhirns und ihre weitere Fortsetzung konstatiert (Textfig. 16). (Ob dieselbe bei Talpa in der ganzen Lebenszeit zu finden ist, kann ich leider nicht bestimmt angeben.) Die Venen aus dem Mittelhirn strömen jetzt bei erwachsenen Säugern gewöhnlich in den S. rectus hinein (nach Dennstedt). Dagegen bleibt bei Reptilien die V. longitudinalis mesencephali bzw. V. longitudinalis rhombencephali lebenslang erhalten, da das Mittelhirn gross entwickelt ist. Der Durchmesser der V. longitudinalis mesencephali bei Reptilien ist gross. Der S. perpendicularis von Rathke entspricht wohl derselben. Die beiden von dem S. perpendicularis nach caudal divergierend hinziehenden, an dem hinteren Umfang der Labyrinthkapsel liegenden Venen (Schlange), die von Rathke als Homologon des S. occipitalis posterior der Säuger bezeichnet wurden, entsprechen offenbar den Vv. longitudinales rhombencephali.

Die V. cerebralis anterior hat sowohl bei Reptilien als auch bei Säugern ein kurzes Dasein, wie ich früher an den betreffenden Stellen geschildert habe. Dabei halte ich es für sicher, dass die Venen, die ich bei beiden Tierformen mit diesem Namen bezeichnet habe, in der Tat einander homolog

sind. (Über die Vene, die Grosser und Brezina als V. cerebralis anterior bezeichnen, wurde schon in dem Kapitel über die Saurier gehandelt.) Die V. jugularis cerebralis von Rathke (die an der lateralen Seite des Zwischenhirns nach ventral verläuft und am caudalen Umfang des Auges den Schädel verlässt), entspricht nach der von ihm angegebenen Topographie ohne Zweifel unserer V. cerebralis anterior, Rathke hat seiner Zeit dieser Vene eine morphologische Bedeutung, nämlich die Homologie mit dem S. transversus der Säuger, zugeschrieben, die mir grundlos erscheint, während gegen seine Angabe über ihr weiteres Schicksal nichts einzuwenden ist. Trotz der Angabe von Salzer (Meerschweinchen) und der von Grosser (Chiropteren), dass die V. cerebralis anterior zur Bildung des S. transversus beiträgt, ist für mich kein Grund vorhanden, die Rathkesche Annahme zu unterstützen (Schema IV; Textfig. 13).

Was dann die V. cerebralis media anlangt, so finde ich auch bei Säugern eine Vene, die dem so genannten Gefäss der Reptilien völlig entspricht. Sie liegt an der lateralen Seite des Mittelhirns und am lateronasalen Umfang des Rautenhirns und verbindet sich dorsal mit der Anlage der longitudinalen Vene, ventral zwischen dem Ganglion N. trigemini und dem Ganglion N. facialis hindurchziehend mit der V. capitis lateralis. Diese Vene habe ich denn auch (mich Mall anschliessend) V. cerebralis media genannt. Bei Säugern ist die V. cerebralis media, wie schon gesagt, für den definitiven S. transversus bestimmt; infolgedessen ist die denselben Namen tragende Vene der Reptilien das Homologon zum S. transversus der Säuger. Bei der Vene, die Grosser und Brezina als V. cerebralis media bezeichnen, ist das nicht der Fall. Auch die V. transversa cerebri der Krokodile (Hochstetter) entspricht nicht dieser Homologie. Das Schicksal der V. cerebralis media bei den Reptilien ist verschieden. Bei

Krokodilen tritt sie mit fortschreitender Entwickelung der Embryonen allmählich wieder zurück, wie Hochstetter angibt, und wie ich bestätigen kann. Bei Schildkröten bleibt sie (nach Bojanus) ständig als S. lateralis erhalten, und in der Tat konnte ich auch an meinen Untersuchungsexemplaren von Schildkröten die vollständig erhalten gebliebene V. cerebralis media konstatieren (Textfig. 31). Bei Eidechsen besitzen die jungen Embryonen die V. cerebralis media (s. Modell, Taf. 30 u. 31, Figg. 3 u. 4); bald unterbricht sich aber die Vene in der Mitte und tritt allmählich zurück.

Die V. cerebralis media hat bei den Reptilien keine engere Beziehung zum Schädeldach, während der S. transversus der Säuger an der Knochenwand des Schädeldaches durch die Dura mater resp. ihre Derivate (an der Insertionsstelle des Tentorium cerebelli) fixiert ist. Auf den Schädel bezogen verläuft bei Reptilien die V. cerebralis media an der Innenfläche des Parietale nach ventral, während der S. transversus der Säuger in dem Sulcus transversus liegt, dessen Lokalisation an dem Schädelknochen je nach den Tierarten etwas variabel ist. Gewöhnlich liegt er entsprechend der Sutura parietooccipitalis, beim Menschen dagegen verläuft er in der Mitte der Innenfläche des Hinterhauptbeins transversal. Bei Echidna folgt der S. transversus ausnahmsweise nicht dem Ansatze des Tentorium cerebelli, sondern liegt in einer Rinne der Schläfenbeinschuppe (Hochstetter). Aus diesem Grunde gelangt man zu der Annahme, dass der S. transversus in der aufsteigenden Tierreihe allmählich nach caudal verschoben worden ist. Mit anderen Worten, es hat der S. transversus in dem Sinne, wie es vorhin für den Confluens sinuum behandelt wurde, durch die Grössenzunahme des Grosshirns eine Verschiebung nach caudal erlitten. Daraus folgt, dass demzufolge die Anordnung der Venen in der Schädelhöhle ausschliesslich von der Gestaltung des Gehirns beeinflusst wird, und der innige Zusammen-

hang der Venen mit der Schädelwand erst eine secundäre Erscheinung ist.

An der Seite des Infundibulum der Reptilien befindet sich eine längslaufende, in die V. cerebralis media hineintretende Vene, die wohl der als V. collateralis cerebri bezeichneten Vene der Säuger entspricht. Nach meiner Untersuchung habe ich bei Podocnemis die Entwickelung dieser Vene besonders gut verfolgen können.

Die V. cerebralis posterior ist die Vene, die mit den Nerven der Vagusgruppe den Schädel verlässt. Bei Reptilien haben sowohl Rathke, Grosser und Brezina als auch Hochstetter diese eine, mit dem Vagus den Schädel verlassende, primäre Abflussbahn des Blutes der Schädelhöhle etwas stiefmütterlich behandelt (ihr Dasein allerdings festgestellt); die secundäre Abflussbahn dagegen, die durch das Foramen occipitale magnum den Schädel verlässt, mit dem Namen V. cerebralis posterior (Wurzel der V. jugularis interna von Hochstetter) belegt. Auf das Unzutreffende dieser Auffassung in morphologischer Beziehung habe ich schon früher hingewiesen. Auch bei Säugern findet man die mit dem Vagus verlaufende Vene (ebenfalls V. cerebralis posterior benannt), welche als die Anlage der definitiven V. jugularis interna zu betrachten ist. Bei Reptilien wie bei Säugern ist die V. cerebralis posterior ursprünglich die hintere Fortsetzung der V. longitudinalis rhombencephali. Ihr Schicksal bei den einzelnen Gruppen der Reptilien gestaltet sich, wie oben schon auseinandergesetzt wurde, etwas verschieden; bei Säugern bleibt, infolge des Rückganges der V. longitudinalis rhombencephali, nur das proximale Stück der V. cerebralis posterior erhalten. Bei Talpa Nr. 2 ist der S. sagittalis rhombencephali (als direkte Fortsetzung des S. sagittalis mesencephali zu betrachten) ganz deutlich verfolgbar. Er zieht über den dorsalen Umfang des Kleinhirns und teilt sich sodann am

hinteren Teil desselben in zwei Schenkel, die divergierend nach lateral hinziehen, um jederseits in den S. sigmoideus einzumünden. Aus dieser Tatsache geht hervor, dass der S. sagittalis rhombencephali bei Säugern in ähnlicher Weise wie bei Reptilien die direkte dorsale Fortsetzung der V. cerebralis posterior ist. Shiino hat bei Krokodilen die V. longitudinalis rhombencephali als S. transversus bezeichnet und mit dem gleichnamigen Sinus der Säuger homologisiert; es ist aber klar, dass diese Auffassung nicht zutreffend ist (da die V. cerebralis media das Homologon des S. transversus ist).

Bei Säugern entwickelt sich der S. foraminis occipitalis magni nicht so bedeutend, wie bei Reptilien. Die „Sinus marginales" des Menschen (Fortsetzung des Sinus occipitalis) entsprechen wohl dem S. foraminis occipitalis magni der Reptilien.

Zwischen der V. cerebralis media und der V. cerebralis posterior bei Reptilien findet man eine Verbindungsbahn, die an dem dorsalen und caudalen Umfang der Labyrinthkapsel entlang zieht (s. Modell von der Eidechse und Schildkröte, Taf. 31 u. 32, Figg. 4 u. 5); diese Vene entspricht der von Hochstetter als V. transversa cerebri bezeichneten Vene der Krokodile. Bei Säugern hat man ebenfalls (s. Modell der Maus, Taf. 29, Fig. 2) eine ähnliche Verbindung. Der dorsale Abschnitt des S. sigmoideus der Säuger verdankt dieser Verbindungsbahn seine Entstehung. Infolgedessen ist die V. transversa cerebri der Krokodile, sowie die derselben entsprechende Vene der anderen Reptilien, als Homologon des dorsalen Abschnittes des S. sigmoideus der Säuger anzusehen. Der ventrale Abschnitt des S. sigmoideus entsteht aus der V. cerebralis posterior, die an dem caudalen Umfang der Labyrinthkapsel liegt und nach dem Foramen jugulare zieht. Daher entspricht der S. sigmoideus der obengenannten Verbindungsbahn plus V. cerebralis posterior. Rathke hat diese Homo-

logie anders aufgefasst, indem er die erwähnte Verbindung als S. petrosus superior der Säuger betrachtete, was aber unmöglich ist, da der S. petrosus superior (der die dorsale Verbindung des S. cavernosus und des S. transversus bildet), eine spezielle Einrichtung der Säuger ist.

Bei Reptilien habe ich geschildert, dass ein Stück der dem S. sigmoideus der Säuger entsprechenden Venenbahn durch die Aufblähung des endolymphatischen Sackes in der hinteren Schädelhöhle nach der dorsalen Seite des Rhombencephalon aufgehoben wird, und die beiderseitigen aufgehobenen Gefässabschnitte an der benannten Stelle sogar miteinander verschmelzen (Eidechsen und Krokodile), wodurch der sog. unpaarige Abschnitt der V. longitudinalis rhombencephali (Hochstetter) der Krokodile entsteht. Bei Eidechsen wird dieser Abschnitt unter dem sich immer steigernden Drucke des endolymphatischen Sackes sogar abgeschnürt. Jedenfalls spielt bei Reptilien (Eidechsen sowie Krokodilen) der endolymphatische Sack, wie schon gesagt, eine wichtige Rolle für die Gestaltung des Venensystems der hinteren Schädelhöhle.

Reptilien besitzen keine dem S. petrobasilaris resp. S. petrosus inferior entsprechende Vene.

Ich möchte hier noch einige Fälle, in denen der S. sigmoideus fehlte, erwähnen. Nach Dennstedt findet man beim Pferde vom S. sigmoideus keine Spur, ebenso verhielt es sich bei Echidna nach Hochstetter und bei Rhinolophiden nach Grosser. Wenn Grosser auch angenommen hat, dass sich der S. petrobasilaris vermittelst des S. sigmoideus mit der V. jugularis interna verbindet, so ist vom S. sigmoideus der Rhinolophiden nichts erörtert und nur die eine Bemerkung gemacht worden, dass kein Zusammenhang zwischen dem nasalen und dem caudalen Teil des Venensystems der Schädelhöhle besteht. Eine caudale Fortsetzung des S. transversus in die V. jugularis interna ist nicht erwähnt. Daraus schliesse

ich, dass der S. sigmoideus bei Rhinolophiden wahrscheinlich fehlte. Bei Echidna ist es nach meinen Befunden sicher, dass die Anlage des S. sigmoideus in gewisser Embryonalzeit einmal aufgetreten, aber später zurückgegangen ist.

Was die Venen der Reptilien ausserhalb des Schädels anbelangt, so sei zunächst die V. capitis medialis (card. ant.) resp. ihre Ersatzvene (V. capitis lateralis) behandelt. Rathke hat seiner Zeit die V. facialis erwähnt, welche er als Homologon der V. jugularis externa der Säuger betrachtete, durch die eingehende Untersuchung von Grosser und Brezina aber ist bekanntlich nachgewiesen, dass die V. facialis von Rathke nichts anderes, als die V. capitis medialis (card. ant.) resp. V. capitis lateralis ist. Infolgedessen muss die V. facialis von Rathke das Homologon der primären Hauptwurzel der V. jugularis interna der Säuger sein. Bei Säugern wird das Blut der Orbita nur in der jüngeren Embryonalzeit in die V. capitis medialis (card. ant.) resp. V. capitis lateralis abgeführt, während dieses Verhalten bei Reptilien lebenslang besteht. In der älteren Embryonalzeit (bzw. im erwachsenen Zustande) der Säuger fällt die Hauptableitung des Orbitalblutes der V. jugularis externa zu, während als Rest der primären Abflussbahn nur eine dünne Verbindung zum Sinus cavernosus besteht. Unter den Reptilien nehmen die Krokodile dadurch eine Ausnahmestellung ein, dass bei ihnen die V. capitis lateralis zugrunde geht, und die neu gebildete V. maxillaris interna an ihre Stelle tritt. Diese V. maxillaris interna der Krokodile ist wahrscheinlich als Homologon der V. facialis anterior der Echidna (Hochstetter) zu betrachten. Jedenfalls scheint die V. maxillaris interna der Krokodile das erste Anzeichen zur Entwickelung der der V. jugularis externa der Säuger entsprechenden Vene bei Reptilien zu sein. (Hierbei sehe ich von einer Behandlung der Unterkiefervene sowie der den Amnioten gemeinschaftlichen V. jugularis inferior von Grosser ab.)

Unter den Säugern haben Monotremen sowie Didelphys die V. capitis lateralis lebenslang erhalten. Bei Ornithorhynchus ist ausserdem der S. sigmoideus bzw. die mit dem Vagus durch das For. jugulare die Schädelhöhle verlassende V. jugularis interna in voller Entwickelung vorhanden, während derselbe bei Echidna nur ein vorübergehendes Dasein hat. Bemerkenswert ist es, dass die erhalten gebliebene V. capitis lateralis der Monotremen sowie von Didelphys ihre erste Aufgabe, das Blut der Orbita abzuleiten, sozusagen vernachlässigt, und nur ihre zweite, das Blut der Schädelhöhle abzuführen, consequent erfüllt. Nach dieser Tatsache finden wir zwischen erwachsenen Ornithorhynchus und Reptilien (mit Ausnahme der erwachsenen Krokodile) sehr viele miteinander wesentlich übereinstimmende Punkte. Wie ich schon angegeben habe, hat Didelphys in sehr interessanter Weise alle wesentlichen Elemente der Kopfvenen (das Emissarium temporale durch das For. jugulare spurium, die V. capitis lateralis durch den Canalis prooticus und die V. jugularis interna durch das For. jugulare mit dem Vagus) beibehalten. Aus den vielen oben geschilderten Tatsachen kann man wohl den Schluss ziehen, dass die Anordnung der Venen bei Monotremen den Übergang zwischen Reptilien und Säugern, sowie Zustände bei Formen wie Didelphys einen solchen zwischen Monotremen und höheren Säugern bilden.

Die V. temporoorbitalis der Reptilien ist eine besondere Ableitungsbahn des Orbitalblutes; eine derselben entsprechende Vene konnte ich bei Säugern nicht finden. Schliesslich komme ich zu der Annahme, dass die V. jugularis externa infolge der starken Entwickelung der Facialismuskulatur samt den Weichteilen des Schädels speziell bei Säugern ansehnlich entwickelt ist.

Spezielle Betrachtung über den Sinus cavernosus.

Der S. cavernosus der Säuger liegt an der lateralen Seite der Sella turcica, verbindet sich nach vorn mit der Orbitalvene und setzt sich nach hinten in den S. petrosus superior, sowie in den S. petrobasilaris fort. An der lateralen Seite des S. cavernosus laufen der N. trochlearis, N. oculomotorius und N. trigeminus. Die ersteren zwei Nerven nehmen zu dem Sinus eine mehr dorsolaterale Lage ein, während der letztere mit seinem Ganglion mehr lateral von ihm liegt. Der N. abducens befindet sich ventrolateral vom S. cavernosus und tritt sehr oft durch den Sinus. Die Art. carotis interna verläuft an der medialen Seite des Sinus (Textfigg. 1 u. 9). Zwischen den beiderseitigen S. cavernosi findet man (beim Menschen, Pferde und Kaninchen etc.) nasal und caudal von der Hypophyse je eine, im allgemeinen querlaufende Verbindungsbahn, nämlich den S. intercavernosus nasalis und caudalis. Der S. intercavernosus nasalis scheint in der Regel kleiner zu sein als der S. intercavernosus caudalis. Ich habe vorher bemerkt, dass die V. retrohypophysea, die ventrocaudal von der Hypophyse zwischen beiden Vv. capitis mediales (card. ant.) quer hinzieht, schon in ganz jungem Embryonalstadium als Anlage des zukünftigen S. intercavernosus caudalis zur Entwickelung gekommen ist (Textfig. 5). Während der S. intercavernosus caudalis auf der oben angegebenen primären Anlage beständig entwickelt ist, hat der S. intercavernosus nasalis (der beim Hunde, bei Chiropteren etc. fehlt), sehr oft eine unbeständige Natur. Infolgedessen ist der S. circularis um die Hypophyse einmal vollkommen ringförmig gebildet, ein anderes Mal aber hat er eine nasalwärts offene, dem Hufeisen ähnliche Form. Nasal verbindet sich der S. cavernosus ohne Ausnahme mit den Orbitalvenen (V.

ophthalmica). Die V. ophthalmica ist nichts anderes, als die primäre Abflussbahn des Orbitalblutes (V. orbitalis inferior) in die V. capitis medialis (card. ant.) (Textfigg. 10—15). Caudal setzt sich der S. cavernosus in zwei Abflussbahnen, in den S. petrosus superior und den S. petrobasilaris (resp. petrosus inferior) fort (Textfigg. 14 u. 15). Die letzteren zwei caudalen Abflussbahnen verhalten sich bei den einzelnen Formen verschieden. Bei Menschen, Pferden, Mäusen, Kaninchen und Galeopithecus etc. findet man beide, während bei Erinaceus, Talpa etc. der S. petrobasilaris (resp. petrosus inferior), und wiederum bei Hunden, Acrobatus, Didelphys u. a. der S. petrosus superior fehlt. Wie ich schon vorhin angegeben habe, sind die obigen caudalen Abflussbahnen secundär angelegt (Textfig. 13), infolgedessen trifft die Angabe von Salzer, dass der S. petrosus superior ein Derivat der Verbindungsbahn zwischen dem S. transversus und der V. capitis lateralis ist, nicht zu (s. das Modell der Maus — Taf. 29, Fig. 2 —, an dem der S. petrobasilaris noch kaum zur Entwickelung gelangt ist).

Ausserdem schickt der S. cavernosus noch eine Abflussbahn nach ventral, deren Austrittsstelle je nach der Tierart verschieden ist. Bei Acrobatus sowie bei Didelphys tritt diese ventrale Abflussbahn durch den Canalis caroticus medial von der Art. carotis heraus. Bei Hunden ist diese Abflussbahn, die durch den Canalis caroticus in die V. maxillaris interna hineinströmt, ebenfalls vorhanden. Ebenso habe ich sie bei der Maus als sehr grosse Vene, welche durch die Incisura alicochlearis (Incis. ovalis) nach ventral hinzieht und in den Plexus pterygoideus mündet, festgestellt. Selbst beim Menschen hat man eine der obigen sehr ähnliche Abflussbahn, das Rete foraminis ovalis, das ebenfalls in den Plexus pterygoideus (bzw. die V. maxillaris interna) hineinfliesst. Ausserdem steht beim Menschen der S. cavernosus mit dem Plexus venosus

caroticus internus, der aber nach ventral keinen Abfluss hat, in Verbindung. Bei Galeopithecus befindet sich die ventrale Abflussbahn in der Fissura basicochlearis und führt in den Venenplexus des Pharynxdaches hinein.

Auch die Struktur des S. cavernosus ist je nach der Tierart sehr verschieden. Sowohl Menschen als auch Hunde haben z. B. ganz ausgesprochen schwammig gebaute Ss. cavernosi, wogegen dieselben bei Vespertilioniden (Fledermaus) gar nicht cavernös, sondern einfach sinuös gebaut sind. Der letzte Fall ist zweifellos der ursprünglichere Zustand der Ss. cavernosi. Bei Pferden, Rindern, Kaninchen etc. ist der Sinus grobzellig gebaut.

Merkwürdigerweise haben wir nach Grosser bei Rhinolophiden einen seltsamen Fall, in dem der S. cavernosus fehlt, der S. petrobasilaris aber vorhanden ist. Jedoch unterlasse ich es, an dieser Stelle eine Erklärung über diesen Zustand abzugeben.

Die Abstammung des S. cavernosus aus dem Reststück der V. capitis medialis (card. ant.), das an der ventromedialen Seite des Ganglion N. trigemini erhalten geblieben ist, habe ich vorher schon genügend erörtert (s. Textfig. 13 und Schilderung des betreffenden Stammes).

Was die Homologie der Ss. cavernosi anbelangt, so müssen wir von der oben erwähnten Entwickelungsgeschichte ausgehen. Wie ich schon im vorigen Kapitel im Anschlusse an Grosser und Brezina genügend geschildert habe, ist die V. capitis medialis (card. ant.) resp. V. capitis lateralis sowohl bei Säugern als auch bei Reptilien zweifellos je miteinander homolog. Sie verändert aber einerseits durch die Verschiedenheit der Entwickelung des Primordialcraniums bei Reptilien und Säugern ihre Lage, und gewinnt andererseits noch durch ihr spezielles Schicksal bei beiden Tierarten ein ganz verschiedenes Aussehen. Wenn wir bei Reptilien eine

Vene suchen, welche entwickelungsgeschichtlich dem an der ventromedialen Seite des Ganglion N. trigemini gelegenen Reststück der V. capitis medialis (card. ant.) — dem zukünftigen S. cavernosus — entsprechen soll, so werden wir dieselbe im caudalen Teil des Orbitalbodens, und zwar dorsal vom Proc. basipterygoideus finden. Die hier liegende Vene ist ohne Zweifel ein Rest der V. capitis medialis (card. ant.) mit ventromedialer Lage zum Ganglion N. trigemini (bei Eidechsen, Schildkröten sowie Krokodilen). Bei Schlangen ist kein Rest der V. capitis medialis (card. ant.) — nach Grosser und Brezina — vorhanden, da die ganze Strecke von der V. capitis lateralis ersetzt worden ist.

Dieser Rest der V. capitis medialis (card. ant.) bei Reptilien (mit Ausnahme der Schlangen) zeigt an seiner Stelle den anderen Gebilden der caudalen Augenhöhle gegenüber folgende topographische Verhältnisse. Zum Ganglion N. trigemini liegt er ventromedial und an seiner lateralen Seite befindet sich der N. mandibularis sowie der N. maxillaris (N. V, 2 u. 3). Nach medial ist er durch den M. retractor oculi und den M. bursalis von der Hypophysis getrennt. Der N. abducens nimmt eine mehr ventrale, der N. oculomotorius eine dorsale Lage von ihm ein. Der N. trochlearis verläuft weit dorsal und die Art. carotis interna medial von dem Venenast — zwischen beiden liegt ein Stück gewisser Augenmuskeln — (Textfig. 20). Vergleichen wir diese Topographie mit der der Anlage des S. cavernosus, so ergibt sich kein wesentlicher Unterschied. Bei diesem topographischen Vergleiche habe ich absichtlich von seinem Verhältnisse zur Schädelhöhle abgesehen.

Bekanntlich hat Gaupp seinerzeit darauf aufmerksam gemacht, dass bei Säugern das Cavum cranii auf Kosten eines Raumgebietes sich secundär vergrössert hat, das bei den niederen Wirbeltieren ausserhalb des primären Schädelraumes liegt. Das Raumgebiet ist vom Autor Cavum epipteri-

cum benannt worden, da dasselbe oberhalb der Ala temporalis gelagert ist. Nach Gaupp entspricht der basale Abschnitt der Ala temporalis offenbar dem Proc. basipterygoideus der Reptilien. In dieses Cavum epiptericum treten der N. trigeminus, N. abducens, N. oculomotorius und N. trochlearis hinein, wie Gaupp und Voit schon ausführlich erwähnt haben. Gleichzeitig ist der Rest der V. capitis medialis (card. ant.) als S. cavernosus in das Cavum epiptericum eingeschlossen. So sind also die ganzen Gebilde, welche hier in das Cavum epiptericum eingeschlossen werden, nichts anderes als die bei den Reptilien im caudalen Teil des Orbitalbodens, und zwar dorsal vom Proc. basipterygoideus vorhandenen, oben beschriebenen Teile (Textfig. 20). Abgesehen von der Lageveränderung der Art. carotis interna bei Säugern (Gaupp und Voit) behalten sie alle noch ihre primären topographischen Beziehungen zueinander bei. (Vgl. die oben beschriebene Topographie.) So habe ich hiermit Gaupps Angabe: „Daraus folgt, dass der S. cavernosus ursprünglich eine orbitotemporale Vene darstellt, und eine solche muss denn auch sein Homologon der niederen Wirbeltiere sein“ vollkommen bestätigt und weiter ausgeführt.

In Übereinstimmung mit dieser Auffassung besitzt denn auch der Sinus cavernosus der Säuger embryonal eine Verbindung mit der V. capitis lateralis (Taf. 28 u. 29, Figg. 1 u. 2). Diese erwähnte primäre Verbindungsbahn geht aber bei allen Säugern und selbst bei Monotremen, die noch die embryonale V. capitis lateralis lebenslang beibehalten, früher oder später einmal zugrunde. Als Ersatz dieser verlorenen Verbindung treten der S. petrobasilaris sowie der S. petrosus superior secundär auf. Wenn Salzer auch den S. petrosus superior als einen Rest der primären Verbindung zwischen dem S. cavernosus und dem S. transversus (Anfangsteil der V. capitis lateralis) auffasste, so ist das, wie schon bemerkt, nicht zutreffend.

Auf Grund des hier durchgeführten Vergleiches können wir jetzt bei Reptilien die Lage des dem S. cavernosus der Säuger entsprechenden Venenraumes mit Sicherheit feststellen; derselbe liegt nämlich bei Reptilien im hinteren Orbitalboden medioventral vom Ganglion N. trigemini und dorsal vom Proc. basipterygoideus (Textfig. 20).

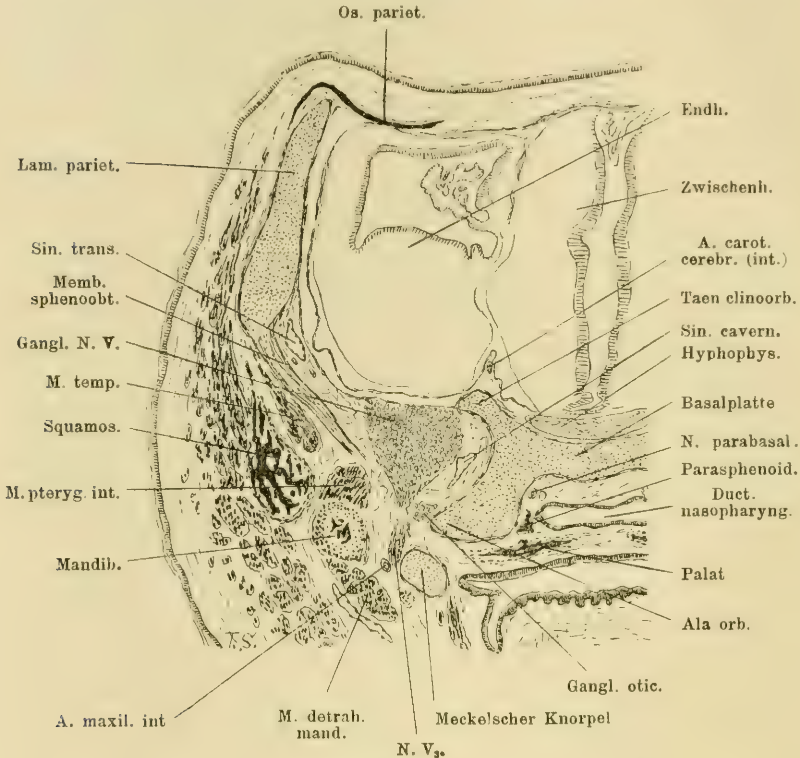
Nachdem die Homologie des S. cavernosus genügend klar gemacht worden ist, sehen wir uns ferner die Vorstellung der älteren Autoren über den S. cavernosus bei Reptilien genauer an. Rathke hat bekanntlich bei Schlangen die Ss. cavernosi folgendermassen dargestellt: „Die beiden Äste der Ss. transversi, welche auf der vorderen Hälfte der Schädelgrundfläche ihre Lage haben, oder die Ss. cavernosi bleiben ganz einfach, werden aber ziemlich lang und mässig weit. In dem vordersten Teile der Schädelhöhle verbleiben sie ziemlich nahe beieinander, nach hinten aber weichen sie wie der Kopf breiter wird, noch immer weiter auseinander. Zwischen ihnen bildet sich nun auch dicht hinter dem Hirntrichter eine recht weite und lange Anastomose, dicht vor dem Hirntrichter aber etwas später eine viel engere und kürzere Anastomose. Aus den Augenhöhlen nehmen sie durch einige starke Zweige je später desto mehr Blut auf.“ Da aber bei Schlangen die ganze V. capitis medialis (card. ant.) — nach Grosser und Brezina — zugrunde gegangen ist, bietet sich keine Veranlassung zum Vergleiche mit dem S. cavernosus der Säuger. Der Lage nach entspricht wohl der von Rathke als S. cavernosus bezeichnete Venenraum der secundären Verbindung zwischen der V. cerebralis anterior und media von Grosser und Brezina. Auch die Vene, die bei Podocnemis an der lateralen Seite des Infundibulum nach caudal hinläuft, sich dann in die V. cerebralis media begibt und nasal mit der V. retrohypophysea in Verbindung tritt, deckt sich wahrscheinlich mit dem S. cavernosus von Rathke. Wenn man diese

Vorstellung von Rathke auf die Säuger überträgt, entspricht wohl sein als S. cavernosus bezeichneter Venenraum der angegebenen V. collateralis cerebri.

Bei Testudo europaea (Emys lutaria) hat Bojanus eine zutreffende Stelle der Abflussbahn des Orbitalblutes als S. cavernosus angedeutet. Diese als S. cavernosus angedeutete Stelle von Bojanus befindet sich in dem hinteren Orbitalboden, und zwar in dem Sulcus cavernosus bzw. canalis cavernosus des Pterygoideus und setzt sich nach caudal direkt in die Wurzel der V. jugularis interna (in die V. capitis lateralis) fort. Vergleichen wir diese Vorstellung von Bojanus mit unseren vorher erwähnten Darstellungen, so ist die Bojanussche Angabe zweifellos zutreffend.

Bei Krokodilen hat Rathke in ähnlicher Weise wie bei anderen Reptilien über den S. cavernosus folgendes erörtert: „Auf der Schädelgrundfläche liegen zu den Seiten der Glandula pituitaria zwei dünne, mässig lange und einander parallele Blutleiter, die sich von den Foramina optica zu dem Foramina carotica interna erstrecken, also ihrer Lage nach den Ss. cavernosi des Menschen entsprechen.“ In der letzten Zeit hat Hochstetter die von Rathke als S. cavernosus angegebene Vene nicht konstatieren können. Ich habe bei Crocodilus biporcatus auf jeder Seite eine der von Rathke angegebenen wohl entsprechende Vene, welche die an der Seite der Hypophyse nasalwärts laufende Fortsetzung der sog. V. retrohypophysea ist, wahrgenommen. Nach den oben gegebenen Erörterungen ist es aber unwahrscheinlich, dass die Deutung von Rathke zutrifft. Wir haben bei Krokodilen logischer Weise das dem S. cavernosus der Säuger entsprechende Venenstück ausserhalb des Schädels zu suchen. (V. capitis medialis [card. ant.], die ventral vom Ganglion N. trigemini II und III liegt — Textfigg. 32 u. 33 —.) Im definitiven Zustand der Kopfvenen entbehren die Krokodile die V. capitis

medialis (card. ant.) sowie die V. capitis lateralis, und die neue V. maxillaris interna vertritt die Stelle der zurückgegangenen Venen. Trotzdem habe ich bei dem Krokodilembryo Nr. VIII ventral vom Ganglion N. trigemini ein erhalten gebliebenes



Textfigur 38.

Querschnitt des Kopfes eines Embryo von Echidna aculeata (Semonsche Serie No. 48). Pl. 3, R. 1, Schn. 10. Vergr. Zeiss 3 : a_2. Auf $^5/_6$ verkleinert.

Venenstück, das dem S. cavernosus der Säuger entsprechen dürfte, konstatieren können, und ich glaube daher, dass man auch in der nach Hochstetter mit dem Trigeminus aus der Schädelhöhle hervortretenden Vene das dem S. cavernosus der Säuger entsprechende Venenstück finden kann.

Über die Beziehung der sich später zum S. cavernosus entwickelnden Vene zur Hypophysis ist zu sagen, dass sie abgesehen von der sog. V. retrohypophysea, die als Anlage des S. intercavernosus caudalis zu betrachten ist, eigentlich in keinem Zusammenhang stehen. Im primären Zustande ist die Anlage des S. cavernosus durch einige Augenmuskeln von der Hypophyse getrennt — bei Reptilien liegt sie sogar ausserhalb des Schädels (Textfigg. 20, 26, 32 u. 33) —, während sie bei Säugern mit vielen Nerven in das Cavum epiptericum eingeschlossen wird, die Augenmuskeln dagegen draussen verbleiben (Textfigg. 1 u. 9). Infolgedessen ist es ganz klar, dass die Beziehung des Sinus cavernosus zur Hypophyse secundär ist. Das folgt auch aus dem Verhalten bei Echidna, wo zwischen beiden Gebilden eine Knorpelspange (Taenia clinoorbitalis) liegt (Textfig. 38). Auch die direkte Beziehung zwischen der Art. carotis interna und dem S. cavernosus in der Schädelhöhle ist secundär. Wichtiger als diese ist die Beziehung zwischen dem S. cavernosus und dem Trigeminus. Der S. cavernosus (resp. seine Anlage) hat von Anfang an seine innige direkte und unter allen Umständen unverändert bleibende Beziehung zum Trigeminus. (Der S. cavernosus liegt medial vom Ganglion N. trigemini; Textfigg. 5 u. 9.)

Endlich komme ich dazu, aus der speziellen Betrachtung des S. cavernosus der Säuger einen Schluss zu ziehen. 1. Genetisch ist er ein nasales Reststück der V. capitis medialis (card. ant.), welches an der ventromedialen bzw. medialen Seite des Ganglion N. trigemini liegt. 2. Topographisch wird er secundär mit dem Cavum epiptericum (von Gaupp) in die Schädelhöhle eingeschlossen. Demnach ist seine direkte Beziehung zur Hypophyse secundär. Seine primäre Beziehung zum Trigeminus bleibt beständig aufrecht erhalten.

3. Funktionell ist er zum Dienst der primären Ableitung des Orbitalblutes bestimmt. Dieser primäre Zustand ist bei Reptilien (mit Ausnahme von Krokodilen und Schlangen) fast vollkommen erhalten geblieben. Bei Säugern kann man trotz der vielen Veränderungen seines Zustandes mehr oder weniger die gleiche primäre Erscheinung beobachten.

Erklärung der Abbildungen auf Tafeln.

Fig. 1. Plattenmodell der Kopfvenen an dem Primordialkranium von einem Mausembryo (Sch. St. Länge 10 mm, K. L. 6 mm. Bei 50 facher Vergrösserung modelliert. Abbildung auf $^{5}/_{6}$ verkleinert. Ansicht von rechts (Aussenansicht).

Fig. 2. Dasselbe Modell von links oben (Innenansicht).

Fig. 3. Plattenmodell der Kopfvenen an dem Primordialkranium von einem Eidechsenembryo (Lacerta agilis, G. L. 33 mm, K. L. 5 mm). Bei 50 facher Vergrösserung modelliert. Abbildung auf $^{5}/_{6}$ verkleinert. Ansicht von links (Aussenansicht).

Fig. 4. Dasselbe Modell von rechts oben (Innenansicht).

Fig. 5. Plattenmodell der Kopfvenen an dem Primordialkranium von einem Schildkrötenembryo (Chelone viridis, K. L. 7 mm, K. Br. 8 mm). Bei 50 facher Vergrösserung modelliert. Abbildung auf $^{3}/_{5}$ verkleinert. Ansicht von rechts (Aussenansicht).

Fig. 6. Dasselbe Modell von links oben (Innenansicht). Abbildung $^{3}/_{4}$ verkleinert.

Literaturverzeichnis.

1. Bluntschli, H., Über die Asymmetrie der Sinus transversi durae matris bei Menschen und Affen. Verh. ges. deutsch. Naturf. u. Ärzte. 80. Vers. Köln 1908.
2. Bojanus, Anatome Testudinis europaeae 1819—21.
3. Bruner, H. L., On the Cephalic Veins and Sinuses of Reptiles, etc. The Amer. Journ. of Anat. Vol. VII. No. 1. 1907.
4. Dennstedt, A., Die Sinus durae matris der Haussäugetiere. Diss. Giessen. Anat. Hefte Nr. 75. 1903.
5. Ellenberger, W. u. Baum, H., Systematische und topographische Anatomie des Hundes. 1891.
6. Dieselben, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 1912.
7. Fischer, E., Das Primordialkranium von Talpa europaea. Ein Beitrag zur Morphologie des Säugetierschädels. Anat. Hefte. Bd. 17. 1901.
8. Gaupp, E., Das Chondrokranium von Lacerta agilis. Ein Beitrag zum Verständnis des Amniotenschädels. Anat. Hefte. Bd. 15. H. 3. 1900.
9. Derselbe, Über die Ala temporalis des Säugetierschädels und die Regio orbitalis einiger anderer Wirbeltierschädel. Anat. Hefte. Bd. 19. 1902.
10. Derselbe, Entwickelung des Kopfskelettes. Hertwigs Handb. Bd. III. Abt. 2. 1905.
11. Derselbe, Zur Entwickelungsgeschichte und vergleichenden Morphologie des Schädels von Echidna aculeata var typica. Semons Zool. Forschungsreisen. Bd. 3 (Jenaische Denkschr. Bd. 6). 1908.
12. Grosser, O. u. Brezina, E., Über die Entwickelung der Venen des Kopfes und Halses bei Reptilien. Morph. Jahrb. Bd. 23. 1895.
13. Grosser, O., Zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte des Gefässsystems der Chiropteren. Anat. Hefte. Bd. 55. 1901.
14. Derselbe, Die Elemente des Kopfvenensystems der Wirbeltiere. Verh. anat. Gesellsch. Würzburg. 1907. Anat. Anzeig. Ergänzungsbed. Bd. 30.
15. Hochstetter, F., Beiträge zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte des Blutgefässsystems der Monotremen. Jenaische Denkschr. V. 1896.
16. Derselbe, Beiträge zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte des Blutgefässsystems der Krokodile. Sonderabdruck aus Voeltzkow, Reise in Ostafrika in den Jahren 1903—1905. Bd. IV.
17. Derselbe, Die Entwickelung des Blutgefässsystems. Hertwigs Handb. Bd. 3. Abt. 2. 1905.
18. Derselbe, Über die Beziehung des N. hypoglossus zur V. jugularis interna bei den Krokodilen. Anat. Anz. Bd. 30. 1907.

19. Keibel u. Mall, Handbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen. Bd. 2. 1911.
20. Kopetsch, Über das Foramen jugulare spurium und den canalis (meatus) temporalis etc. Inaug.-Diss. Königsberg i. Pr. 1896.
21. Krause, W., Die Anatomie des Kaninchens. 1884.
22. Krauss, W., Anatomische Untersuchung über die Venen der menschlichen Orbita. Sitzungsber. Ges. Beförd. gesamt. Naturw. Marburg. Jahrgang 1907, erschienen 1908.
23. Kunkel, B. W., Zur Entwickelungsgeschichte und vergl. Morphologie des Schildkrötenschädels. Anat. Anz. Bd. 39. 1911.
24. Lömy, R., Über das topographische Verhalten des N. hypoglossus zur V. jugularis interna. Anat. Anz. Bd. 37. 1910.
25. Luschka, H., Das Foramen jugulare spurium und der Sulcus petrosquamosus des Menschen. Zeitschr. f. ration. Med. Reihe III. Bd. VII. 1859.
26. Mall, F. P., On the Development of the Bloodvessels of the Brain in the Human embryo. Amer. Journ. of Anat. Vol. 4. 1904.
27. Manum, A., Il confluente dei semi della dura madre, le sue variazioni ed il suo significato. 2 Taf. u. 18 Fig. Intern. Monatsschr. Anat. u. Physiol. Bd. 24. H. 7/9.
28. Markowski, J., Über den Orbitalvenensinus des Kaninchens. Anat. Anz. Bd. 38. Nr. 6/7. 1911.
29. Derselbe, Über die Entwickelung der Sinus durae matris und der Hirnvenen bei menschlichen Embryonen von 15,5 bis 49 mm Scheitelsteisslänge. Bull. Acad. Sc. cracovie. Ser. B. 1911.
30. Möckel, O., Die Venen des Kopfes des Pferdes und ihre Variationen. 10 Abbild. Dissert. med. vet. Leipzig. 1907.
31. Rathke, H., Entwickelungsgeschichte der Natter, (coluber natrix). 1839.
32. Derselbe, Über die Entwickelung der Schildkröten. 1848.
33. Derselbe, Entwickelungsgeschichte der Wirbeltiere. 1861.
34. Derselbe, Untersuchung über die Entwickelung und den Körperbau der Krokodile. 1866.
35. Rauber-Kopsch, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Bd. 3.
36. Salzer, H., Über die Entwickelung der Kopfvenen des Meerschweinchens. Morph. Jahrb. Bd. 23. 1895.
37. Shiino, K., Studien zur Kenntnis des Wirbeltierkopfes, I. Das Chondrokranium von Crocodilus etc. Anat. Hefte. 151. H. 1914.
38. v. Siebold u. Stannius, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. 1846.
39 Tandler, J., Die Entwickelung der Lagebeziehung zwischen N. accessorius und V. jugularis interna beim Menschen. Anat. Anz. Bd. 31. 1908.
40. Voit, M., Das Primordialkranium des Kaninchens unter Berücksichtigung der Deckknochen. Ein Beitrag zur Morphologie des Säugetierschädels. Anat. Hefte 116. 1909.
41. Weber, M., Über die Nebenorgane des Auges der Reptilien. Arch. f. Naturgesch. Bd. I. 1877.
42. Wiedersheim, R., Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. 1909.

Aus dem anatomischen Institut der tierärztlichen Hochschule zu Stockholm.

ANATOMISCHE, STATISTISCHE UND EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ÜBER N. MEDIANUS UND N. ULNARIS,

BESONDERS

DEREN MOTORISCHES INNERVATIONSGEBIET IM VORDERARM

VON

EQUIDAE, CERVIDAE, BOVIDAE, OVIDAE, SUIDAE, CANIDAE UND FELIDAE, SPEZIELL VON HAUSTIEREN,

NEBST EINIGEN BEMERKUNGEN ÜBER DIE

MUSKULATUR DESSELBEN GEBIETES UND ÜBER N. MUSCULO-CUTANEUS[1]).

VON

ERIK AGDUHR,
PROSEKTOR AN DER TIERÄRZTLICHEN HOCHSCHULE ZU STOCKHOLM.

Mit 3 Abbildungen im Texte und 11 Abbildungen auf den Tafeln 34/43.

[1]) Der Redaktion im Juni 1914 zugegangen.

Die vergleichenden Forschungen über die Anatomie der Haustiere haben sich in den letzten Dezennien mit Riesenschritten entwickelt. Es ist selbstverständlich, dass Tiere, die einen grösseren Wert repräsentieren, wie z. B. Pferde, aus rein praktischen Gründen Gegenstand einer eingehenderen und genaueren Forschung waren als andere, wie z. B. Wiederkäuer und Schweine. Ausserdem sind noch andere Haustiere, wie Kaninchen und Fleischfresser, wegen ihrer Grösse und ihres verhältnismässig geringen Wertes als für den Forscher innerhalb der biologischen Wissenschaften geeignete Versuchstiere ziemlich allgemein studiert worden. Bei sämtlichen sind auch die Organe und die Organsysteme, welche grosse praktische Bedeutung besitzen oder grösseres komparatives anatomisches Interesse darbieten, sorgsam untersucht worden, während andere mehr oder weniger stiefmütterlich behandelt wurden. Das letztere gilt u. a. auch in bezug auf das Innervierungsgebiet für N. medianus und N. ulnaris bei Schweinen, Wiederkäuern und Pferden. Aber auch unsere Fleischfresser, scheint es, können unsere Kenntnis über das in Frage stehende Gebiet erweitern.

Die Literatur, welche das hierhergehörende Gebiet bei den Haustieren behandelt, begnügt sich damit, die Muskeln aufzuzählen, welche von dem einen oder dem andern Nerven innerviert werden sollen; aber auch diese Aufzählung ist unvollständig und teilweise fehlerhaft, wie aus den untenstehenden Resultaten meiner Untersuchungen hervorgeht.

Da es von verschiedenen Gesichtspunkten aus wünschenswert erschien, die Lücken auszufüllen, die sich in der Literatur auf diesem antebrachialen Innervierungsgebiete für N. medianus und N. ulnaris vorfanden, ist es mir ein angenehmes Vergnügen gewesen, die Untersuchungen auszuführen, die mir mein hochverehrter Lehrer und Chef, der Vorsteher des hiesigen Anatomischen Instituts, Professor J. Lundgren, die Liebenswürdigkeit hatte, zu übertragen.

Hierfür sowohl wie auch für das Interesse, mit dem er meiner Arbeit gefolgt ist, nehme ich mir die Freiheit, ihm meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Gleichzeitig bitte ich auch den übrigen Lehrern an der Tierärztlichen Hochschule, und zwar Rektor Professor Dr. J. Vennerholm, Stellvertreter Professor S. Wall und Laborator H. Magnusson, sowie auch Sanitätstierarzt H. J. Hansson herzlichst danken zu dürfen für die Bereitwilligkeit, mit der diese Herren mir für meine Untersuchungen Material zur Verfügung gestellt haben.

Die Untersuchungen sind sowohl anatomischer als auch experimenteller Art. Ich habe sie an den Extremitäten von 32 Pferden, 69 Wiederkäuern, 22 Schweinen und 41 Fleischfressern[1]) ausgeführt. Die fraglichen Nerven habe ich bei diesen Tieren makroskopisch verfolgt von dem Austritt der Segmentalwurzel aus Foramina intervertebralia durch Plexus brachialis bis zur Eintrittsstelle in ihre respektiven Muskeln, und weiterhin teils makroskopisch und teils unter der Lupe die Ausbreitung jedes Nerven in seinem Muskel so weit als es mit Hilfe der Essig-Osmiumsäuremethode möglich war. Dabei habe ich mein Augenmerk besonders darauf gerichtet, das Vorkommen von extramuskulären Anastomosen zwischen Ulnaris und Medianus und dasjenige von intramuskulären Anastomosen und Plexus

1) Equus caballus 30 Stück, Equus asinus 2 St., Bos taurus 50 St., Ovis aries 8 St, Capra hircus 2 St., Cervus alces 2 St., Cervus dama 1 St., Cervus capreolus 4 St., Cervus tarandus 2 St., Sus scrofa domesticus 22 St., Canis familiaris 20 St., Felis domesticus 20 St., Felis lynx 1 St.

der von diesen Nerven doppelt innervierten Muskeln zu ermitteln.

Es schien mir ausserdem von einer gewissen praktischen Bedeutung, zu erkennen, wo bei unseren Haustieren im Verhältnis zu einem rein äusserlich bestimmbaren Punkte die Muskelnervenäste von den Nervenstämmen abgehen und ebenso, wo sie in ihre respektiven Muskeln eintreten, wie auch die Lage der Nerveneintrittsstellen im Verhältnis zu der medialen, lateralen, volaren oder dorsalen Seite der Muskeln. Als den fixen, äusserlich bestimmbaren Punkt habe ich die Fläche des Ellbogengelenks gewählt, die durch Beuge- und Streckbewegungen beim lebenden Tiere leicht festgestellt werden kann. Die Ziffern, welche die Breite der Nervenäste, ihren Abgang vom Nervenstamme und ihren Eintritt in die dazugehörenden Muskeln im Verhältnis zu der genannten Fläche, sowie die Verteilung eines bei Abgang von dem Hauptnervenstamme einheitlichen Nervenastes in Zweige vor Eintritt in die Muskeln bezeichnen, habe ich auf eine untenstehend angegebene Weise in Bruchform geordnet und in den beigefügten Tabellen[1]) zusammengestellt.

Technik.

Bei den Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft in Basel 1895 berichtete Nussbaum (59) über eine von ihm ausgearbeitete Färbemethode, die er bei dem Präparieren von peripherischen Nerven anwandte. Nussbaum behandelte die Muskeln und die Haut mit stark verdünnter Essigsäure und schwärzte darauf die freigelegten Nerven mit 0,1 % Osmiumsäure. Die stark verdünnte Essigsäure verhindert es, dass Muskeln und Haut von der Osmiumsäure angegriffen werden. Dadurch kommen bis mikroskopisch sichtbare Nerven und vereinzelte Nervenfäden auf dem lichteren Hintergrunde durch ihre schwarze Färbung zum Vorschein.

[1]) Räumlicher Beschränkung wegen konnten dieser Arbeit nur einige davon beigelegt werden.

Frohse (31) behauptet, dass bei Körperteilen, am besten wenn sie schon in eine leichte Verwesung übergegangen sind, sich ihre Nerven rot, braun bis tief schwarz färben, wenn man sie in alte, schon oft gebrauchte, mit Blut reichlich vermischte Wichersheimersche Flüssigkeit legt. Schon nach einer Woche sollen die erwähnten Farbenveränderungen in den weissen Nerven entstehen.

Schachtschabel (70) konnte trotz beharrlicher und genauer Befolgung der Frohseschen Vorschriften durch seine Versuche in den Nerven keine andere Veränderung finden, als dass sie sich auflockerten und aufquollen.

Müller E. (55) legte die zu untersuchenden Muskelstücke in $^1/_2$ %ige Essigsäurelösung. Nach 24 Stunden entfernte er die aufgelockerten Muskelbündel und legte unter der Lupe die Nerven so vollständig bloss, wie es möglich war, färbte darauf die Nerven mit $^1/_{10}$ %iger Osmiumsäure, behandelte sie mit Ammoniak zur Entfernung der überflüssigen Osmiumsäure; danach legte er sie 24 Stunden in fliessendes Wasser; darauf folgte die Aufbewahrung und Untersuchung in Glyzerin.

Braus (16) hat als Macerationsmittel statt Essigsäure Salpetersäure angewendet (nach dem Rate von Prof. Cori). Er verwendete eine Mischung von 20 Teilen Salpetersäure + 10 Teilen Glycerin + 70 Teilen Wasser. Das durch Osmiumsäure gefärbte Präparat macerierte in dieser Mischung ebensogut wie nach der Essigsäurebehandlung.

Vermittelst der Methoden von Nussbaum, Müller und Braus gelang es mir, ziemlich gute Resultate zu erhalten. Die besten Resultate aber ergab folgendes Verfahren. Die Nerven wurden unter der Lupe durch vorsichtiges Präparieren mit einem spitzen 2–3 mm breiten Messer so weit in ihre Verzweigungen verfolgt, wie es bei der angewandten Vergrösserung nur möglich war. Die dadurch in den Muskeln entstandenen Furchen füllte ich mit 0,5–1 %iger Essigsäure, die ich 15–20 Minuten wirken

liess. Nachdem der grösste Teil der Essigsäure entfernt worden war, befeuchtete ich die Nerven mit $^{1}/_{10}$ %iger Osmiumsäure. Nach einigen Minuten hatte die Osmiumsäure das Myelin in den Nerven schwarz gefärbt, und dieselben konnten unter einer starken Lupe noch peripherisch ein Stück verfolgt werden; hierauf wiederholte ich die Essig-Osmiumsäurebehandlung und nach dem Eintritt der Schwarzfärbung nochmals das Präparieren usw. Man hat indessen bei diesen so behandelten Präparaten vielleicht damit zu rechnen, dass die ersten zehn von ihnen noch an Schönheit zu wünschen übrig lassen. Wenn man sich jedoch eine hinreichende Fertigkeit in der Präpariertechnik erworben hat, liefert dieses Verfahren sehr gute Resultate. Durch dasselbe ist es mir gelungen, bei Equidae, Ruminantia und Carnivora mehrere intramuskuläre Anastomosen zwischen N. ulnaris und N. medianus in den von diesen Nerven doppelt innervierten Muskeln nachzuweisen; am meisten kommen derartige Anastomosen bei Carnivora vor, wo häufig förmliche intramuskuläre Plexus beobachtet werden konnten. Ebenso haben sich in mehreren Fällen Anastomosen zwischen intramuskulären Nervenzweigen ein und desselben Nervs gezeigt. Bei den Wiederkäuern bemerkte ich bei vielen von den untersuchten Extremitäten Anastomose zwischen den beiden Nerven, unmittelbar bevor sie in den doppelt innervierten oberflächlichen Zehenbeuger eintraten. Diese Anastomose lag unmittelbar unter der Muskelfascie — subfascielle Anastomose. Am besten gelang die Präparierung bei vollständig frischem Material; doch war auch das für kürzere Zeit in 1—2 %iger Formalinlösung aufbewahrte recht gut verwendbar. Altes, hart fixiertes Material ist dagegen ungeeignet; es lässt sich auf die angegebene Weise nur schwer behandeln[1]).

1) Aufhebung der Formalinhärtung durch ca. 14 tägiges Aufbewahren des Präparates in $^{1}/_{2}$ % Salpetersäure, 10 % Zitronsäure oder 1 % Silbernitratlösung wird von Schmidt vorgeschlagen (71). Ich habe keine Ursache gehabt, diese

Die Untersuchungen bezwecken gleichzeitig, den Segmentalursprung für N. ulnaris und N. medianus und für die von diesen Nerven ausgehenden Muskeläste zu ermitteln. Auch für diesen Zweck hat die Essig-Osmiumsäuremethode gute Hilfe geleistet. Plexus brachialis wurde frei präpariert, teils central bis zu den Segmentalwurzeln und teils peripherisch bis zu den Muskel- und Hautnervenästen der Nerven. Die Segmentalwurzeln wurden so nahe wie möglich bei Foramina intervertebralia abgeschnitten und signiert. Ebenso wurden peripherisch die Hauptstämme der Hautnerven und auch die verschiedenen Muskeläste unmittelbar vor ihrem Eintritt in die respektiven Muskeln abgeschnitten und signiert. Der so freigelegte Nervenplexus wurde mit den dazugehörenden Segmentalwurzeln und peripheren Nerven 12 Stunden lang mit 0,5 %iger Essigsäurelösung maceriert. Das hierdurch aufgelockerte gequollene Bindegewebe wurde nun entfernt und dabei genau darauf geachtet, dass die weiss durchscheinenden myelinhaltigen Nerven unbeschädigt blieben. Danach wurde der Nervenplexus 6–12 Stunden lang in eine neu hergestellte 0,5 %ige Essigsäurelösung gelegt, worauf das hervorquellende Bindegewebe nochmals entfernt wurde. Die Prozedur wurde der Stärke der respektiven Nerven entsprechend häufig wiederholt, so z. B. beim Pferde 3–5 mal und bei kleineren Tieren 1–3 mal. Grössere Teile von Epi- und Perineurium konnten hierdurch entfernt werden, ohne die Nervenfäden selbst zu beschädigen. Es ist bemerkenswert, dass die Haltbarkeit der Nervenfäden trotz der oft recht langen Macerationszeit nicht nennenswert verringert wurde. Es ist mithin ein Faktum, dass das Bindegewebe u. a. von stark verdünnter Essigsäurelösung viel leichter maceriert wird als Nervengewebe und dass letzteres auch bei übermässig langer Einwir-

Methode zu prüfen, da mir reichlich frisches Material zur Verfügung stand. Bei der Methode mit Silbernitratlösung scheint es mir bemerkenswert, dass man gleichzeitig mit Aufhebung der Härtung eine Braunfärbung der Nervon erhält.

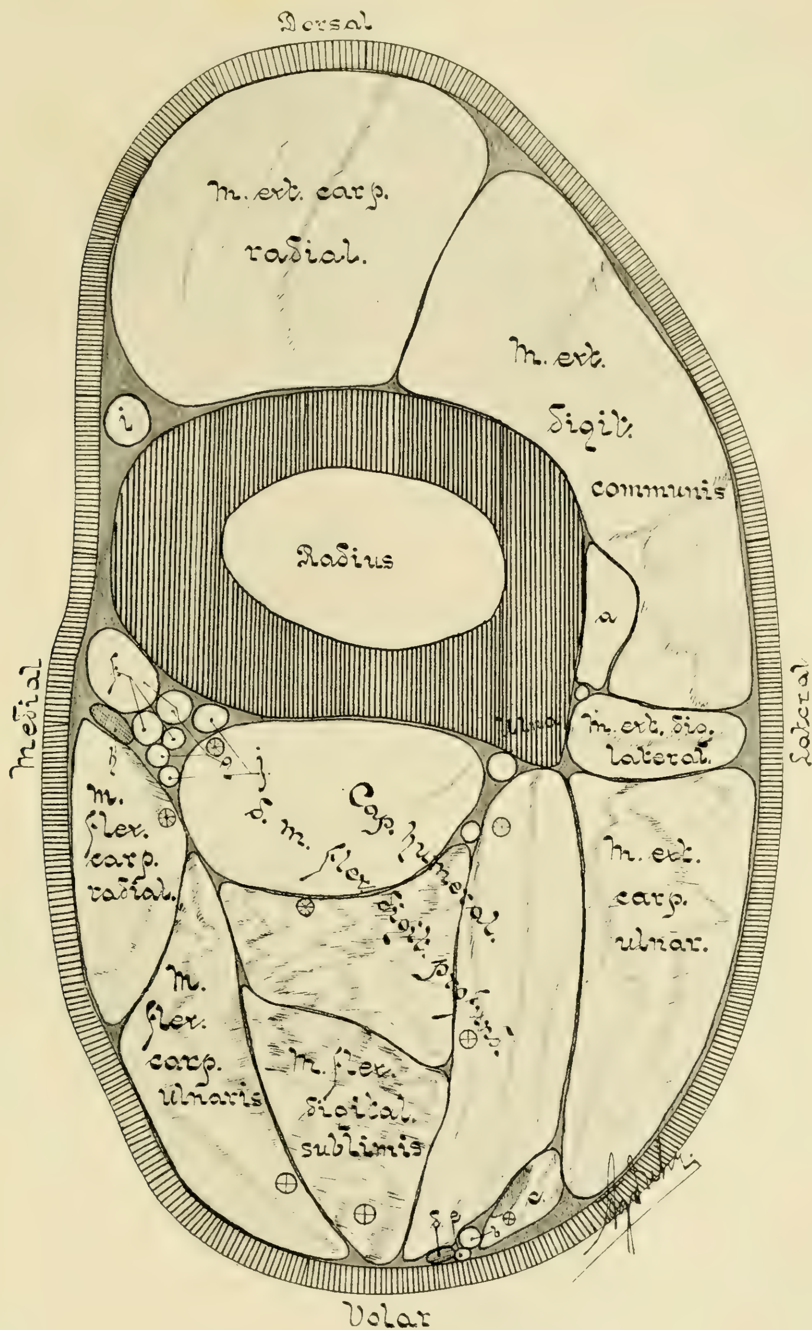


Fig. 1.

Gefrierquerschnitt durch den Vorderarm des Pferdes, direkt unter der Grenze zwischen dem 1. und 2. proximalen Viertel des Radius.

a) M. abductor pollicis long. b) V. collateralis ulnaris. c) M. palmaris longus. d) N. ulnaris. e) A. collateralis ulnaris. f) A. mediana mit Muskelzweig. g) u. j) Venen. i) V. cephalica antebrachii. h) N. medianus. (+) Die Lage der Zweige von N. ulnaris. (✻) Die Lage der Zweige von N. medianus.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

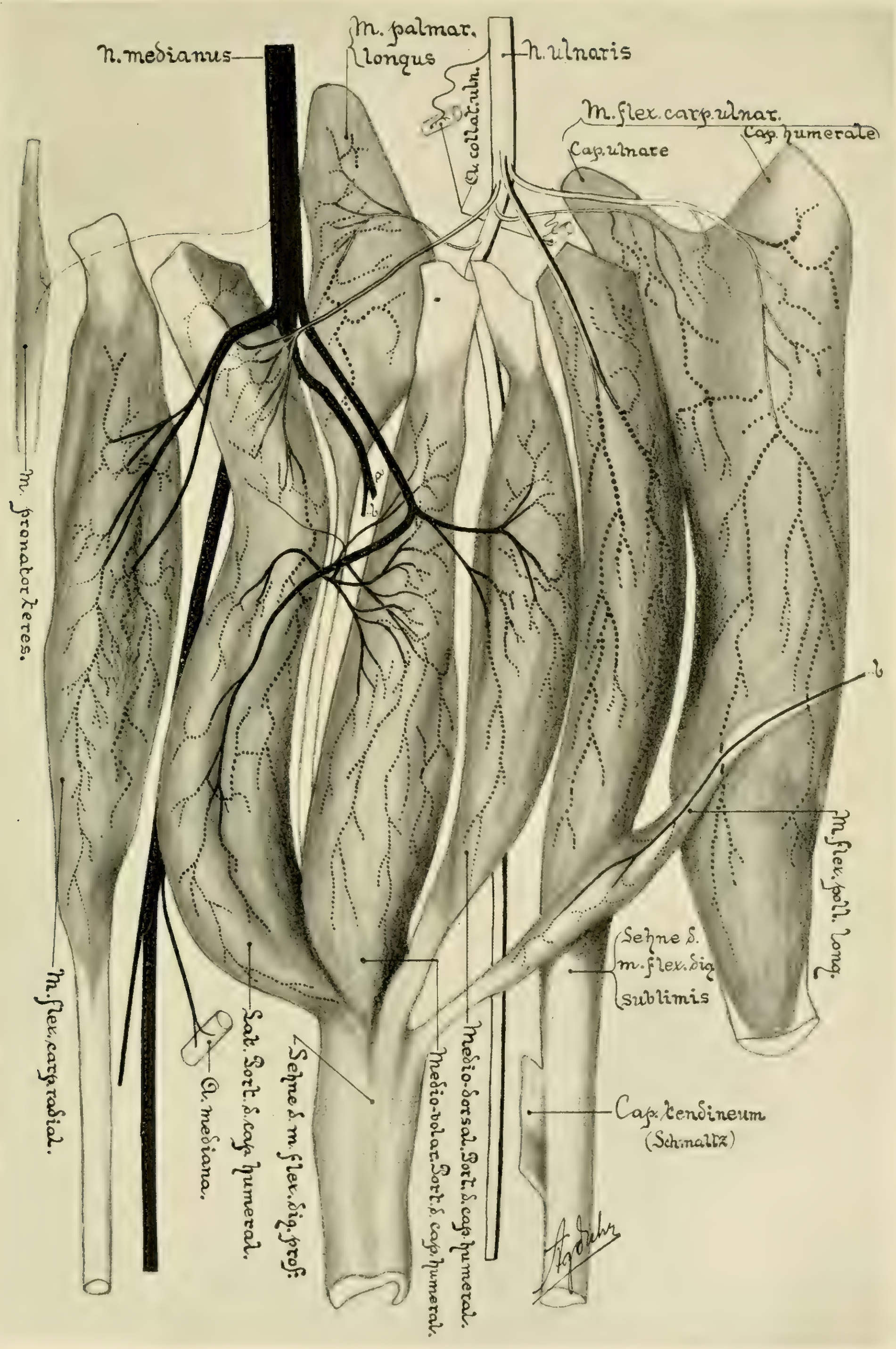


Fig. 2.

Beugemuskeln des Vorderarmes bei Equus caballus mit Darstellung des Nerveneintritts in die Muskeln, des intramuskulären Verlaufs der Nervenzweige und ihrer Anastomosen.

Die punktierten Linien bezeichnen den intramuskulären Lauf der Nervenzweige und ihrer Anastomosen. a) N. interosseus, der, wie es scheint, einen distal verlaufenden Ast zu Flexor pollicis longus (b) ausschickt.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

kung angegriffen wird. Man muss deshalb das Präparat nicht länger als absolut nötig in der verdünnten Säure liegen lassen.

Bolk (9) schreibt in seiner vortrefflichen Abhandlung über Segmentaldifferenzierungen bei dem Menschen: „Die Anwendung chemischer Reagentien ist zu verwerfen. Ich habe immer nur schlechte Folgen von ihrer Anwendung gesehen. Das epi- und endoneurotische Bindegewebe wird wohl zur Quellung gebracht, aber nicht zu Lockerung oder Auflösung, die Auffaserung der Nerven, welche überdies dem Einfluss des Agens nicht entgehen, wird erschwert, weil die Gallertmasse des Bindegewebes sich nur schwer mit der Pinzette fassen lässt. Ausserdem geht der Farbenunterschied zwischen Nervenfaser und Bindegewebfaser, welcher für das geübte Auge bei nicht mit Reagentien behandelten Nerven unter Wasser auf einer schwarzen Unterlage schön zutage tritt, grösstenteils verloren." Bolk lässt das Präparat wechselweise in Wasser und 50%igem Alkohol liegen.

Ich habe diese Bolksche Methode versucht, aber gefunden, dass mit meinem Material sich schlechtere Resultate ergaben, als wenn ich geeignete Zeit in verdünnter Essigsäure macerierte, wobei die myelinhaltigen Nervenfäden ziemlich gut hervortraten. Ausgezeichnete Resultate erhielt ich auch durch mehrstündige Maceration des Nervenplexus in 40%igem Alkohol, danach gründliche Auswässerung und späteres Färben der Nervenfäden mit 1%igem Silbernitrat, um einen genügenden Farbenunterschied zwischen Nervenfaser und Bindegewebefaser zu erhalten.

Nach der oben angegebenen Behandlung der Nerven und Plexus entfernte ich die Hautnerven von dem Hauptnervenstamme, die oberhalb der Muskeläste abgingen, bis zu ihren Segmentalwurzeln, was sich gewöhnlich sehr leicht machen lässt. Darauf faserte ich den Plexus auf, die Segmentalwurzeln zentrifugal und die peripherischen Nerven zentipetal. Ein Muskelast nach dem andern wurde durch Auffaserung bis zu seiner Segmentalwurzel verfolgt, am besten unter Wasser, indessen der Nerven-

plexus wohl fixiert lag, z. B. auf einer Korkplatte. Dabei geschieht es oft, dass der Nervenfaden mit den benachbarten Fäden intim verbunden ist; eine kürzere Essigsäuremaceration leistet in diesem Falle gute Dienste. Ausserdem ist es bei solchen Gelegenheiten notwendig, Osmiumsäure, eine Lupe und ein paar feine spitze Nadeln anzuwenden. Mit Hilfe dieser Instrumente, mit Geduld und erprobter Technik gelingt es in den allermeisten Fällen, auch die motorischen Äste bis zu ihren Segmentalursprüngen zu verfolgen.

Die Möglichkeit, den Nervenplexus aufzufasern, ist von mehreren Physiologen bezweifelt worden, denen sich auch Henle anschliesst. Später erschienene Abhandlungen u. a. von Herringham (41), Paterson (60, 61), Eisler (24), Ruge (67) und Bolk (9, 10) beweisen indessen, dass eine derartige Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, obwohl es eine sehr mühsame Arbeit bedeutet, die oft die Geduld auf eine harte Probe stellt.

Perissodactyla.

Von den ungleichzehigen Säugetieren habe ich Gelegenheit gehabt, 60 Extremitäten von Pferden und 4 Extremitäten von Eseln nebst den dazugehörenden Brachialplexus zu untersuchen.

Equidae.

Muskulatur.

Bevor ich über die erreichten Resultate der Innervierungsuntersuchungen berichte, dürften einige Bemerkungen und Erklärungen über die Muskeln, die von Medianus und Ulnaris innerviert werden, am Platze sein. Hierher gehören M. pronator teres, sämtliche Carpal- und Digital-Beuger mit Ausnahme von M. extensor carpi ulnaris. Der letztgenannte Muskel ist phylogenetisch betrachtet ein Carpal-Strecker, obwohl er bei den meisten Säugetieren wie ein Carpal-Beuger wirkt. Der Muskel

wird ebenso, wie die übrigen Carpal- und Digital-Strecker von N. radialis innerviert. Die übrigen Carpal- und Digital-Beuger sind M. flexor carpi ulnaris, M. flexor carpi radialis, M. flexor digitorum sublimis und M. flexor digitorum profundus.

Equus caballus.

M. pronator teres[1]) entspringt von Condylus medialis humeri und heftet sich proximal auf die Medialkante des Radius und des Ligament. humero-radiale mediale an.

M. flexor carpi ulnaris entspringt mit dem Caput ulnare auf Olecranon und mit dem Caput humerale auf Epicondylus flexiorus humeri. Der Muskel wird schnell einheitlich und inseriert sehnig auf Os pisiforme.

M. flexor carpi radialis hat seinen Ursprung auf Epicondylus flexorius humeri und seine Insertio proximal auf Os metacarpale II.

M. flexor digitalis sublimis beginnt einheitlich auf

[1]) M. pronator teres ist recht ausführlich beschrieben worden u. a. von Franck (30), Kadyi (44), Kolster (45) und Sussdorf (74). Diese Forscher geben sämtlich an, dass der Muskel zur A. und V. mediana und zum N. medianus ganz und gar medial verläuft. Eine hiervon abweichende Auffassung hat Baum (7), welcher meint, dass der lange Schenkel des medialen Seitenbandes von dem Ellbogengelenke beim Pferde ein Rudiment von M. pronator teres ist. Dieser Forscher erklärt gefunden zu haben, dass bei 2 von 21 untersuchten Pferden der Muskel, der dort muskulös war, zum grössten Teile unter (lateral von) Gefäss und Nerv lag. Er meint deshalb, dass dieses Band ein Teil des rudimentären Muskels war.

Bei 100 von mir untersuchten Extremitäten von Pferden war M. pronator konstant vorhanden. Der Muskel war in 22% von allen Fällen mehr oder weniger kräftig muskulös, während er bei den übrigen 78% vollständig zu Bindegewebe verwandelt war. Muskulös war er vorzugsweise bei Fohlen und grösseren Pferderassen, eine ebenfalls von Bonnet (11) gemachte Beobachtung. Der Muskel verlief regelmässig ganz medial um Gefäss und Nerv. Niemals habe ich in Übereinstimmung mit Baum irgend einige Muskelfäden in dem lateral (unter) von Gefäss und Nerv liegendem vorderen Abteilungen des medialen Seitenbandes gefunden, und kann also der Auffassung des genannten Forschers in bezug auf das fragliche Band nicht zustimmen. Zutreffend erscheint mir Sussdorfs (74, p. 576) Erklärung über die Beobachtung Baums.

Epicondylus flexorius und endet auf der ersten und zweiten Phalange.

M. flexor digitalis profundus hat einen dreifachen Ursprung, der eine durch Caput humerale von Epicondylus flexorius humeri, der zweite durch Caput ulnare von Olecranon und der dritte durch Caput radiale von der volaren Seite des Radius. Der Muskel inseriert mit einer einheitlichen Sehne auf die dritte Phalange. Caput humerale ist konstant deutlich dreigeteilt und hat, wie Fig. 1, Taf. 34 zeigt, eine laterale, eine medio-volare und eine medio-dorsale Portion. Lediglich sein humeraler Kopf entspricht dem M. flexor digitorum profundus beim Menschen. Caput ulnare (Fig. 2 und Fig. 1c, Taf. 35, 34) ist nach zahlreichen Forschern [u. a. von Bardeleben (4, 5)] homolog M. palmaris longus homin. Aeby (1, p. 53) homologisiert dagegen M. palmaris longus homin. mit einem Teil von M. flexor carpi ulnaris s. ulnaris internus bei Säugetieren. Meckel (52, 53) betrachtet Palmaris longus hom. als einen Teil von Flexor carpi radialis s. radialis internus — „oder doch wenigstens als oberflächlichen Speichenbeuger". M. palmaris longus ist bei dem Pferde nur in seinem proximalen Drittel muskulös, — distal geht er in eine schmale, runde Sehne über. Caput radiale (Fig. 2, Taf. 35) entspricht M. flexor pollicis longus homin. Dieser Muskel kommt bei dem Pferde konstant vor, wie aus meinem Material hervorgeht, doch kann er mehr oder weniger muskulös sein, ja zuweilen vollständig zu Bindegewebe verwandelt. Sämtliche Carpal- und Digital-Beuger sind von kräftigen Sehnensträngen durchzogen (Fig. 1, Taf. 34). Besonders stark sind diese Stränge im oberflächlichen Digital-Beuger und in der medio-volaren Portion vom Caput humerale des tiefen Digital-Beugers. Die medio-dorsale Portion zu demselben Caput humerale hat auffallend wenige Sehnenstränge, ist aber statt dessen kräftig muskulös. Die Sehnenstränge beginnen beim Muskelursprung, durchziehen die muskulösen Teile und gehen grösstenteils in Insertionssehnen über. Die drei Portionen des

Caput humerale von M. flexor digitalis prof. sind recht intim miteinander verwachsen, ausserdem sind die medio-volaren und die lateralen Portionen auch mit dem oberflächlichen Digitalbeuger zusammengewachsen. Daraus folgt, dass z. B. schon bei der Kontraktion des oberflächlichen Digitalbeugers auch eine kräftige Streckung in der Sehne des tiefen Zehenbeugers entsteht[1]). Die Lage der Muskeln zueinander und die der Sehnenstränge ist aus Fig. 1, Taf. 34 zu ersehen. Bezüglich der übrigen Details in dieser Muskulatur verweise ich auf die ausführlichen Beschreibungen in den Handbüchern über die Anatomie der Haustiere von Chauveau et Arloing (19), Ellenberger und Baum (26), Martin (51), Sussdorf (74) u. a.

Equus asinus.

Die vier Extremitäten von Eseln, für deren Untersuchung sich mir eine Gelegenheit darbot, gehörten einer Stute und deren 12 Stunden altem Fohlen an. Die Carpal- und Digital-Beugermuskulaturen glichen in allem Wesentlichen denen des Pferdes; einige Verschiedenheiten davon verdienen jedoch Beachtung. M. pronator teres war an allen vier Extremitäten ziemlich kräftig muskulös. Die muskulösen Teile von M. palmaris longus erstreckten sich distal bis zur Grenze des distalen und mittelsten Drittels des Radius, — waren also bedeutend länger als bei Pferden.

Recht eigentümliche Verhältnisse zeigte M. palmaris longus bei dem Eselsfohlen. Der Muskel war unipennat. Das proximale Drittel seines muskulösen Teiles entsprang auf der medialen Seite von Olecranon. Die übrigen muskulösen Teile entsprangen von einer deutlich begrenzten Sehne, die proximal und mediovolar auf Olecranon begann und gegen Carpus zwischen den volaren Kanten von M. extensor und Flexor carpi ulnaris ver-

[1]) Siehe Mitteilungen hierüber in dem Bericht über die experimentellen Versuche.

lief, mit einem kleinen Schenkel auf Os pisiforme inserierte, jedoch zum grössten Teile in die Metacarpal-Fascie überging. Proximal war die Sehne dünn und breit, rundete sich aber nach unten ab, so dass sie auf dem mittelsten und distalen Drittel des Unterarmes beinahe vollkommen rund war. Die Sehne unterschied sich deutlich von Fascia antebrachii und kann schwerlich als ein zur Sehne umgewandelter Teil derselben angesehen werden. Medio-dorsal von der jetzt beschriebenen Sehne ging der Muskel in eine ungefähr gleich kräftige runde Sehne über, die der gewöhnlichen, bei dem Pferdegeschlecht vorkommenden Insertionssehne dieses Muskels homolog war, und die auch hier nun mit der gemeinsamen Insertionssehne für die Portionen des tiefen Digitalisbeugers zusammenwuchs. Der Verlauf der Muskelfäden war schräg dorsal und distal. Dieselben inserierten also weiter distal auf das Ende der zuletzt beschriebenen Sehne, als sie auf der erstgenannten entsprangen. Der Muskel zeigte auf beiden Extremitäten dasselbe Verhalten.

Ob diese doppelte Insertion von M. palmaris longus bei dem Eselsfohlen eine gewöhnliche Erscheinung ist, oder ob der oben beschriebene Fall eine Abnormität war, kann ich nicht entscheiden, denn ich habe keine Gelegenheit gehabt, mehr als nur ein so junges Tier zu untersuchen. Indessen scheint mir der Fall ein gewisses komparatives anatomisches Interesse darzubieten. Das Verhältnis der Muskeln enthält ja an sich schon eine Kombination von den gewöhnlichen Formen des Caput ulnare von dem tiefen Zehenbeuger bei dem Pferdegeschlecht und von M. palmaris longus bei dem Menschen. Wie sich dieser Muskel entwickelt hätte, wenn das Fohlen am Leben geblieben wäre, lässt sich schwer sagen. — Vielleicht hätten die beiden Insertionssehnen die gleiche Stärke beibehalten, vielleicht wäre die zu dem tiefen Zehenbeuger gehende verschwunden; vielleicht hätte sich, was mir am meisten wahrscheinlich erscheint, die volare Insertionssehne zu Os pisiforme und zur Metacarpal-

Fascie zurückgebildet und wäre verschwunden. Das Ganze kann doch als ein Glied in der Beweiskette dafür dienen, dass Caput ulnare von M. flexor digitorum profundus bei Säugetieren homolog ist dem menschlichen Palmaris longus.

Nerven.

Wie oben erwähnt, weiss man mit Bestimmtheit, dass N. medianus und N. ulnaris die Pronator-, Carpal- und Digital-Beugermuskulaturen innerviert (M. extensor carpi ulnaris ausgenommen). Dagegen weiss man nicht mit Sicherheit, welcher von diesen Muskeln von dem einen und welcher von dem andern Nerven innerviert wird. Die Literaturangaben darüber sind verschieden und widersprechend; dasselbe gilt auch von dem Segmentalursprung der beiden Nerven. Irgendwelche Auskünfte über den hierhergehörenden Segmentalursprung der Muskeln oder der Nervenäste der Muskeln von den meisten hierhergehörenden Tiergruppen habe ich in der Literatur nirgends finden können.

v. Bardeleben (5) schreibt: „Was die Innervierung der Muskeln des Vorderarmes betrifft, so scheinen sich verschiedene hier und da beobachtete Tatsachen auf ein primitives Verhalten zurückführen zu lassen, das bei mehreren niederen Säugerklassen (Marsupialia, Carnivora) angetroffen wird.

Die doppelte Versorgung vom Medianus und vom Ulnaris besteht hier nicht nur, wie bei höheren Säugern, für den Flexor profundus, sondern auch, wie das aber auch bei höheren noch vorkommt, für den Flexor sublimis und sogar für den subcutanen Beuger, den Palmaris longus = Flexor digitorum superficialis s. subcutaneus (mihi). Ausser dieser zweifachen Innervierung scheint eine zweite Tatsache zur Beurteilung und Schlichtung aller hier bestehenden Streitfragen von Wert, das ist eine Anastomose oder eine Plexus-Bildung zwischen Medianus und Ulnaris am proximalen Ende des Vorderarmes vor oder beim Abgang der Muskeläste.“

Derselbe Autor und Frohse (6) geben an, dass die doppelte Innervierung von Flexor digitorum sublimis vermittelst des N. medianus und N. ulnaris bei Tieren weit verbreitet ist; weiter schreibt er: „Im weiteren Verlaufe der Muskelnerven finden sich extra- und intramuskuläre Anastomosen, sowie Mischformen zwischen diesen beiden, ferner aber, und dies scheint für höhere Wirbeltiere bisher unbekannt zu sein, intramuskuläre Plexus.

Solche Plexus werden in allen bisher untersuchten grösseren Muskeln gefunden, nämlich im Deltoideus, Biceps-brachii, Brachialis internus, Brachio-radialis (supinator longus), langer Vorderarmmuskel, Adductor longus fem., Sartorius, Gracilis etc.“

Aus diesem Zitat geht u. a. hervor, dass bei niederen Säugetieren und auch bei einem Teile der höheren in M. palmaris longus, M. flexor digitorum sublimis und M. flexor digitorum profundus Doppelinnervierungen vorkommen; aber die Autoren geben weder nähere Mitteilungen über diese Verhältnisse bei den Haustieren, noch sagen sie, in welchen Portionen diese Muskeln überhaupt doppelt innerviert werden.

Equus caballus.

Über Innervierungen der in Rede stehenden Muskeln bei Haustieren, speziell bei Pferden schreiben Chauveau et Arloing (19) »Le Nerf cubital« „Formé principalement par des fibres des paires dorsales, — — — —, gagne la côté interne du coude, en passant sur l'épitrochlée et sous la bandelette du fléchisseur oblique du métacarpe ou cubitale interne; puis il longe le bord postérieur de ce dernier muscle jusqu'auprès de l'os suscarpien, — — — — —.

Dans son trajet, le nerf cubital fournit deux branches collatérales principales.

La première se détache du tronc immédiatement avant qu'il s'engage sous l'anconé accessoire du grand dorsal, se porte sur l'arrière et en bas, entre ce muscle, le pectoral transverse, four-

nit quelques filets à ce dernier et le traverse bientôt pour devenir sous-cutané et se distribuer à la peau de l'avant-bras, au-dessous du coude: c'est le brachial cutané interne, qui, chez l'homme, provient directement du plexus brachial. La seconde naît à la surface de l'épitrochlée et se divise en un faisceau de rameaux destinés aux deux fléchisseurs des phalanges ainsi qu'au fléchisseur oblique du métacarpe.

Le médian ou cubito-plantaire est composé de fibres qui viennent des paires dorsales et de la huitième cervicale.

Il se détache de la partie postérieure du plexus brachial et atteint l'artère axillaire au niveau de l'articulation scapulo-humérale. Là, il croise cette artère en dedans et contracte une anastomose avec le brachial antérieur, au moyen de l'anse nerveuse dont nous avons déjà parlé en décrivant ce dernier nerf, anse formée par des fibres qui se portent réciproquement de l'un à l'autre cordon. A partir de ce point, il se place en avant de l'artère humérale. Arrivé au-dessus du tiers inférieur de l'avant-bras, il se bifurque pour former les nerfs palmaires.

Dans son trajet, le médian fournit successivement:

1. Avant son arrivée sous l'artère axillaire, l'une des branches d'origine du nerf thoracique inférieur destiné aux muscles pectoraux superficials.

2. Au niveau du milieu de l'humérus, une longue branche représentée, dans l'homme, par la portion du nerf musculo-cutané qui se rend au muscle brachial antérieur et à la peau de l'avant-bras. Cette branche s'engage sous le biceps et se divise bientôt en deux rameaux: l'un qui s'épuise dans le brachial antérieur, l'autre qui passe entre ce dernier muscle et le biceps, pour devenir superficiel à la partie antéro-inférieure de l'avant-bras.

Il paraît évident que cette branche du médian est passée dans ce nerf par l'anastomose qui l'unit au brachial antérieur et qu'elle provient en réalité de ce dernier, comme on l'observe chez l'homme.

3. Dans la région antibrachiale, et à diverses hauteurs mais surtout sous l'articulation du coude, des ramifications pour le grand palmaire et les deux fléchisseurs de phalanges. Ceux-ci reçoivent donc leur innervation du médian et du cubital.«

Ellenberger und Baum (26). „Der N. ulnaris ist schwächer als der N. medianus, mit dem zusammen er aus dem caudalen Teile des Armgeflechts entspringt." Diese Autoren geben nicht so wie Chauveau et Arloing an, dass der Hautnerv (Ramus cutaneus palmaris) an Pars sternocostalis von M. pectoralis superficialis (le pectoral transverse) Nervenäste abgeben soll. „Der fortlaufende N. ulnaris geht — — —, gibt am proximalen Ende der Speiche einen starken Ast an die der volaren Fläche des Unterarmes anliegenden Beugemuskeln und läuft — — —.

Der N. medianus entspringt hauptsächlich aus dem 1. Rückennerven — — — —. Er erhält am ventralen Rande der A. axillaris einen starken Verbindungsast vom N. musculocutaneus und gibt in der Mitte des Oberarmes den N. cutaneus antebrachii lateralis — — — ab — — —".

Diese Verfasser führen nicht an, dass der Hautnerv Äste zu M. brachialis (le brachial antérieur) abgeben soll. „Der fortlaufende Stamm des Medianus — — —, gibt am proximalen Ende des Radius mehrere Zweige für die Beugemuskeln an der volaren Seite des Unterarmes und den sehr dünnen N. interosseus ab; dieser tritt durch die Unterarmspalte und verbreitet sich hauptsächlich im Periost, ausnahmsweise lässt er sich bis in die Streckmuskeln verfolgen."

Franck (30) sagt nicht, aus welchen Segmentalwurzeln N. ulnaris entspringt, hat dagegen angeführt, dass er M. flexor carpi ulnaris, M. flexor digitorum sublimis und profundus innerviert. Von N. medianus schreibt derselbe Verfasser, dass er aus Plexus brachialis mit einer vorderen und hinteren Wurzel entspringt, die um A. axillaris eine Schlinge bilden. Muskeläste gibt er an M. flexor carpi radialis, M. flexor digitorum subli-

mis und profundis ab. N. interosseus wird behauptet, soll zu den Zehenstreckmuskeln gehen.

Martin (51) gibt an, dass N. ulnaris aus dem hinteren Teile von Plexus brachialis kommt, sagt aber nicht, aus welcher Segmentalwurzel derselbe hervorgeht. Muskeläste gehen zu M. flexor carpi ulnaris (s. ulnaris medialis) und zum Caput ulnare des Flexor digitorum profundus. Derselbe Autor schreibt von dem N. medianus: „Der N. medianus — — — —, bildet mit dem Musculo-cutaneus eine Schlinge um die Achselarterie, läuft dann — — — —. Der Nerv ist von der tiefen Unterarmfascie überzogen und gibt Zweige ab an die Ellenbogenkapsel, sowie an die grösseren Arterien und Venen; ausserdem entsendet er:

α) Den N. cutaneus antebrachii lateralis — — — — —. Der fortlaufende Stamm des N. medianus begleitet die A. mediana.

Er gibt ab:

β) Rami musculares, welche zum M. brachialis[1]), dem M. radialis volaris, dem M. flexor digitorum sublimis und M. flexor digitorum profundus mit Ausnahme des Ellbogenkopfes gehen. — Ein feiner Ast, der N. interosseus, tritt durch die Unterarmfascie und gibt periostale Zweige sowie einen Faden zum Ernährungsloche ab. Ausnahmsweise lässt er sich bis in die Streckmuskeln verfolgen (Baum) — — — —". Nach einer Angabe auf Seite 1036 bei demselben Verfasser würde N. medianus auch zu M. flexor carpi ulnaris Zweige abgeben.

F. Müller (58) gibt keine detaillierten Angaben, weder über die Segmentalverhältnisse noch über die motorische Innervierung für Medianus und Ulnaris an.

Sussdorf (74) gibt nach einer Beschreibung der Muskulaturen an, dass N. medianus den M. flexor carpi radialis, den

[1]) Über M. brachialis bemerkt der Autor, dass er von N. radialis, N. medianus, sogar auch von N. cutaneus antebrachii lateralis innerviert werden kann. Doch kann die eine oder andere Art dieser Innervierung fehlen.

M. flexor digitalis sublimis und caput humerale und radiale von M. flexor digitalis profundus innerviert, und dass N. ulnaris den M. palmaris longus innerviert. Irgend eine Angabe über die Innervierung von M. flexor carpi ulnaris habe ich bei diesem Autor nicht finden können.

Eigene Untersuchungen.

Durch die angegebene Macerations- und Auffaserungsmethode ist es mir gelungen, die Nerven bis zu ihren Segmentalwurzeln zu verfolgen. Als Kriterium für die Zuverlässigkeit der Methode wurde am lebenden Tiere experimentiert durch elektrische Reizung der Segmentalwurzeln des Plexus brachialis[1]. Dabei zeigte es sich, dass das Resultat dieses Versuches in bezug auf die Segmentierung der Muskeln völlig mit dem übereinstimmte, das die Auffaserungsmethode ergab, vorausgesetzt, dass sie mit genügender Sorgfalt angewandt wurde.

N. musculo-cutaneus (welcher nach Chauveau et Arloing von der 7. und 8. C. W.[2]), nach Ellenberger und Baum hauptsächlich von der 7. und 8. C. W. und nach Martin hauptsächlich von der 8. C. W. kommen soll) kommt nach den Untersuchungsergebnissen meines Materials konstant von der 7. C. W. und in den meisten Fällen ausschliesslich von dort. Bei einigen wenigen Präparaten fanden sich auch einige kleinere Bündel von Nervenfäden von der 8. C. W. In wenigen anderen Fällen kamen solche ausser von der konstanten 7. C. W. noch in kleinerer Anzahl von der 6. C. W.

N. medianus (kommt nach Chauveau et Arloing von der 8. C. W., 1. und 2. Th. W.[3]); Ellenberger und Baum

[1]) Über diese Experimente berichte ich weiter unten.
[2]) C. W. = Segmental-cervical Wurzel des Nervs.
[3]) Th. W. = Segmental-thoracal Wurzel des Nervs.

hauptsächlich aus 1. Th. W.) kommt nach den Untersuchungsergebnissen meines Materials von der 7. und 8. C. W. und von der 1. Th. W.; nur in ein paar Fällen habe ich nebenbei einige wenige Nervenfäden von der 2. Th. W. angetroffen. Der Nervenstamm von der 8 C. W. war der unvergleichlich kräftigste, am nächsten stand ihm an Stärke der von 1. Th. W.; am schwächsten war der aus der 7. C. W.

N. ulnaris kommt (nach Chauveau et Arloing von der 1. und 2. Th. W.) in Übereinstimmung mit den Ergebnissen meines Materials konstant von der 1. und 2. Th. W. und in der Regel auch von der 8. C. W. Nur bei einer geringen Zahl von Präparaten fehlte der Nervenstamm von der 8. C. W. Von diesen Segmentalwurzeln war der von der 1. Th. W. am kräftigsten, ihm am nächsten kam der von der 2. Th. W., am schwächsten war der von der 8. C. W.

Nervus medianus. Der Nervenstamm zum Medianus von der 7. C. W. ist nur wenig schwächer als der zum N. musculo-cutaneus und verbindet sich mit einem ungefähr gleich kräftigen Stamm von der 8. C. W. Der so gebildete Nervenstamm geht lateral von A. axillaris, ist mit N. musculo-cutaneus verbunden und vereinigt sich direkt distal um die Arterie mit einer kräftigen Portion, die von Fäden der 8. C. W. und der 1. Th. W. gebildet ist und dann als vereinigter Nervstamm medial um die Arterie geht. Dadurch wird um A. axillaris eine Schlinge gebildet = Ansa axillaris. Die beiden Stämme setzen sich nach unten zu im N. medianus fort. Es gibt also bei Pferden Nervenfäden nach N. medianus von der 8. C. W., welche sowohl in den lateral wie medial von A. axillaris gehenden Teilen von Ansa axillaris verlaufen.

Mit dem lateral von A. axillaris laufenden Stamme des N. medianus verbindet sich N. musculo-cutaneus. Diese Verbindung kommt nur durch Bindegewebe zustande; ich habe hier keinerlei Kreuzungen von Nervenfäden beobachten können. Noch weniger

ist es mir gelungen, von dem medial von A. axillaris verlaufenden Teile der Ansa axillaris Nervenfäden zu N. musculo-cutaneus nachzuweisen. Chauveau et Arloing geben an, dass derartige Nervenfäden in der Regel vorkommen sollen. N. musculo-cutaneus ist schon nach einer Essigsäure-Maceration von einigen Stunden leicht von dem nach N. medianus gehenden lateralen Teile der Ansa axillaris zu trennen. Letztere ist später doppelt so stark wie der erstere. Den ganzen lateral von A. axillaris verlaufenden Teil von Ansa axillaris als N. musculo-cutaneus aufzufassen (in Übereinstimmung mit Chauveau et Arloing, Ellenberger und Baum, Martin u. a.) scheint mithin fehlerhaft zu sein. Zutreffend dürfte es sein, diesen Nerv als einen Ast von N. medianus zu betrachten, wie es auch Arnold beim Menschen und Franck bei den Haustieren tut.

Sobald N. musculo-cutaneus von Ansa axillaris frei präpariert ist, wird auf die gleiche Weise mit dem Hautnerven von Medianus, N. cutaneus antebrachii lateralis verfahren. Es zeigt sich dabei, dass dieser Nerv bisweilen ganz in den lateralen Teil von Ansa axillaris übergeht und von der 7. und 8. C. W. kommt; im andern Falle kann man wieder einige Nervenfäden in den medialen Teil der Ansa verfolgen, die sich da bis zur 8. C. W. fortsetzen. Der Nerv kommt in diesem letzteren Falle ebenfalls ausschliesslich von der 7. und 8. C. W. Der von der 8. C. W. kommende Teil ist in der Regel am stärksten.

N. musculo-cutaneus beim Pferde gibt in der Regel keinen Grund für seinen Namen „Cutaneus", denn er hat gewöhnlich keinerlei Hautnerv. Jedoch hat Baum (51) in einigen Fällen einen kräftigen Hautast gefunden, der von diesem Nerv ausging und sich zwischen Humerus und M. biceps brachii zum N. cutaneus antebrachii lateralis fortsetzte, mit dem er verwuchs. Bei dem von mir untersuchten Material fand sich ein gleiches Verhältnis bei 4 Extremitäten von 2 Tieren. M. cutaneus antebrachii lateralis war bei diesen Extremitäten dort, wo

er den N. medianus verliess, bedeutend schwächer als gewöhnlich; erst nachdem der Nerv den genannten Hautast von N. musculo-cutaneus erhalten hatte, bekam er seine gewöhnliche Stärke. Dieses geschilderte Verhältnis und das Innervierungsgebiet (motorisch und sensibel) für N. musculo-cutaneus und N. cutaneus antebrachii lateralis beim Pferde beweist deutlich, dass diese beiden Nerven zusammen dem menschlichen N. musculo-cutaneus entsprechen, was auch von Chauveau et Arloing angedeutet wird.

Der beim Menschen vom Medianus abgehende inkonstante Ramus anastomoticus cum N. musculo-cutaneo scheint beim Pferde sein Gegenstück in dem oben genannten ebenfalls inkonstanten Nervenfaden zu haben, der von dem medial um A. axillaris gehenden Teile der Medianusschlinge zu dem N. cutaneus antebrachii lateralis geht.

Rechnet man auch beim Pferde den N. cutaneus antebrachii lateralis zum N. musculo-cutaneus, so wird dieser von der 7. und 8. C. W. und in einigen Fällen auch von der 6. C. W. gebildet. Der motorische Teil desselben kommt gewöhnlich von der 7. C. W., von der 6. und 7. C. W. oder von der 7. und 8. C. W. Der sensible Teil kommt konstant von der 7. und 8. C. W. Ist man da berechtigt, den N. cutaneus antebrachii lateralis, der ja beim Pferde als Hautnerv zum Medianus beschrieben wird, zum N. musculo-cutaneus zu rechnen? Darauf kann man kaum anders antworten, als dass dies das einzig Richtige ist. Ausserdem kommt zu dem oben Angeführten, was dafür spricht, noch der Umstand hinzu, dass der Nerv nur durch Bindegewebe mit dem eigentlichen N. medianus verbunden ist; d. h. es finden sich keinerlei Nervenkreuzungen zwischen den beiden Nerven. Eine Ausnahme bildet jedoch der oben beschriebene inkonstante Nervenstamm zum Hautnerven von den medialen Teilen der Ansa axillaris. Entfernt man N. cutaneus antebrachii lateralis von dem Medianus vor N. musculo-

cutaneus, so folgt auch der letztere mit. N. musculo-cutaneus liegt demnach eng verbunden mit dem Hautnerven. Es ist auch leichter, N. cutaneus antebrachii lateralis frei vom Medianus zu präparieren, als N. musculo-cutaneus von dem ersteren. Der eigentliche Unterschied zwischen diesen Nerven beim Pferde und beim Menschen besteht darin, dass der cutane Teil von N. musculo-cutaneus beim Pferde durch Bindegewebe ein längeres Stück distal mit dem Medianus verbunden ist, als beim Menschen; aber ebenso ist auch das Verhältnis bei dem motorischen Teile desselben, der allein unter dem Namen Musculo-cutaneus läuft. Ferner hat beim Pferde der Hautnerv in seinem oberen Teile einen etwas abweichenden Verlauf, der völlig durch die erwähnte Verwachsung erklärt wird. Es scheint demnach keinerlei Ursache vorzuliegen, den aus der Anatomie des Menschen entlehnten Namen „Musculo-cutaneus" auf nur einen Teil der entsprechenden homologen Bildung beim Pferde zu übertragen, sondern der N. cutaneus antebrachii lateralis des Pferdes muss ebenfalls zum N. musculo-cutaneus gerechnet werden und nicht zum N. medianus, wie es jetzt geschieht.

Nach Entfernung des N. cutaneus antebrachii lateralis ist der Teil von Ansa axillaris, der sich lateral von A. axillaris unten in den Medianus fortsetzt, bedeutend weniger stark als N. musculo cutaneus[1]) und kommt regelmässig aus der 7. und 8. C. W. Nur in zwei Fällen fehlte der Ursprung von der 7. C. W. Der N. medianus hatte in diesen Fällen seinen Ursprung ebenfalls in der 2. Th. W. Der N. medianus hatte also unterhalb vom Abgange des genannten Hautnerven in der Regel andauernd dieselbe Segmentierung, wie oben angegeben wurde, obwohl die von der 7. C. W. kommenden Nervenfäden auffallend gering waren.

Der N. medianus setzte sich nach der Vereinigung von

[1]) Zu N. musculo-cutaneus wird hiernach in dieser Arbeit auch N. cutaneus antebrachii lateralis gerechnet.

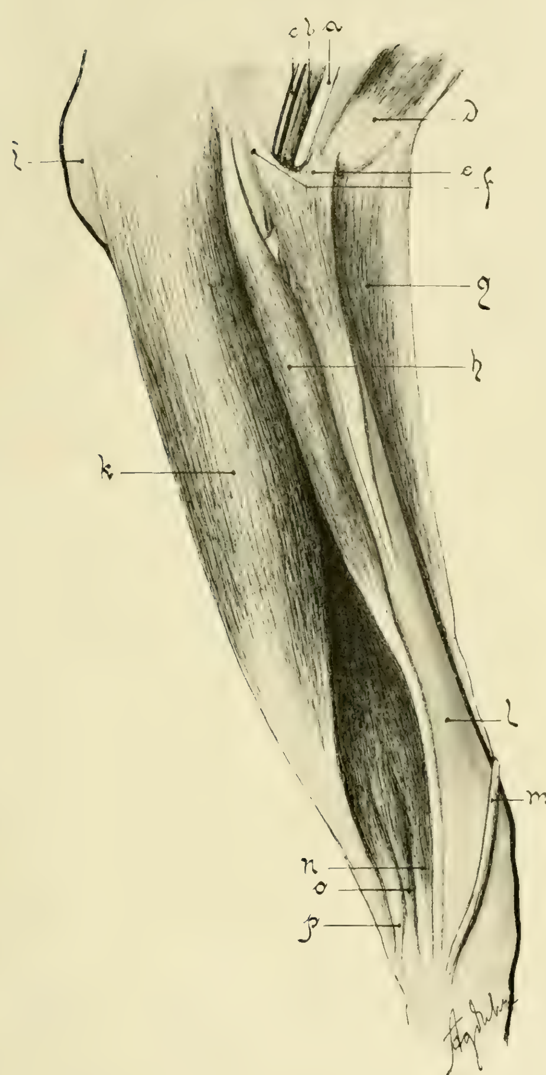


Fig. 4.

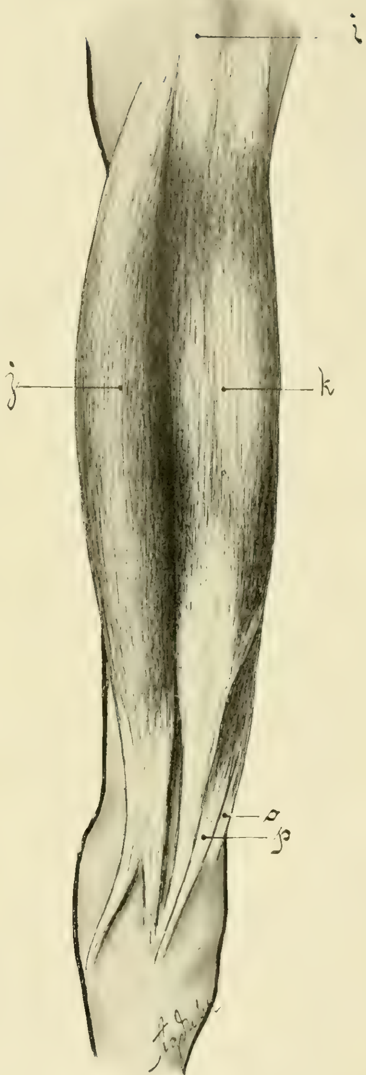


Fig. 5.

Fig. 4 Vorderarm des Cervus alces. von der medialen und Fig. 5 von der volaren Seite gesehen.

a) Nervus medianus. b) A. mediana. c) V. medianoradialis. d) M. biceps brachii. e) dorsolateraler und f) mediovolarer Ursprung des M. pronator teres. g) M. extensor carpi radialis. h) M. flexor carpi radialis. i) Olecranon. j) M. extensor carpi ulnaris. k) M. flexor carpi ulnaris. l) Radius. m) Insertionssehne des M. abductor pollicis longus. n) dorsale und o) volare Portion des M. flexor digitorum sublimis. p) ein Muskel, der proximal intim mit der volaren Portion von M. flexor digitor. sublimis verbunden ist.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

beiden Stämmen, die die Ansa axillaris bilden, gegen das Ellbogengelenk fort und verlief dabei cranio-medial von A. brachialis, ging darauf zusammen mit A. und V. mediana unter M. pronator teres und bedeckte hier diese Gefässe medial. Der Nerv setzte sich gegen Carpus fort und lag auf dem proximalen Drittel von Radius medial, und auf dem mittelsten Drittel volar von den Gefässen; distal auf Antebrachium teilte er sich in zwei zu der Zehe lateral bzw. medial[1]) fortlaufende Äste.

Die Breite von N. medianus gemessen in situ bei dem ausgewachsenen Tiere in der Höhe mit dem distalen Ende von Brachium direkt über dem Abgange der motorischen Nervenäste variierte zwischen 11 und 12,5 mm. Der N. medianus schickte auf seinem Wege mehrere Zweige zu dem Gefäss, zum Ellbogengelenk und zum Periost der Knochen.

Muskeläste gehen in der Höhe des distalen Endes von Brachium und des proximalen Endes von Antebrachium zu:

M. pronator teres. Die Zweige treten in den Muskel proximal ein auf dessen dorso-lateraler Kante und können gewöhnlich bezeichnet werden durch die Formel $\frac{0,5/2}{2+1}$ [2]). — Die Ex-

[1]) Detaillierte Beschreibungen über Verlauf und Verzweigungen finden sich in den Handbüchern über die Anatomie der Haustiere von Chauveau et Arloing, Ellenberger und Baum, Martin u. a.

[2]) Um Wiederholungen, langwierige Detailbeschreibungen und unnötige Raumverschwendung zu vermeiden, habe ich für Nervenäste eine Bezeichnungsart in Bruchform eingeführt. So wird z. B. ein Nervenast, der 0,4 mm breit ist und vom Hauptnervenstamme 1 cm oberhalb der Ellbogengelenkfläche abgeht, dann in einen Muskel oder irgend eine andere Bildung 2,5 cm unter der Ellbogengelenkfläche eintritt und vor dem Eintritt in das Organ sich in drei Zweige teilt, durch den Bruch $\frac{0,4/3}{1+2,5}$ bezeichnet; wäre Abgang vom Hauptstamme und Eintritt in das Organ oberhalb der Ellbogengelenkfläche erfolgt, so wäre die Bezeichnung $= \frac{0,4/3}{1+2,5}$; würden beide Stellen unterhalb derselben Fläche liegen, so lautete die Bezeichnung $= \frac{0,4/3}{1+2,5}$. Die Formeln $\frac{0,4/3}{i+2,5}$ und $\frac{0,4/3}{1+i}$ geben an, dass im ersten Falle der Ast vom Hauptnervenstamme

treme der durch diese Zahlen ausgedrückten Ergebnisse meiner Untersuchungen können durch $\frac{1/3}{4{,}5 + i} - \frac{0{,}1/1}{1 + 3}$ ausgedrückt werden.

Alle übrigen Nervenäste proximal auf Antebrachium können, wie einige Fälle zeigten, vom Hauptstamme durch einen einzigen mächtigen Stamm abgehen, der sich dann zu M. flexor carpi radialis, M. flexor pollicis longus und Caput humerale von M. flexor digitorum profundus verteilt. Das Gewöhnlichste ist jedoch, dass ein Ast vom Nervenhauptstamm zu M. flexor carpi radialis abgeht (Fig. 2, Taf. 35), ein anderer Ast vom Hauptstamme sich in Äste zu den drei Portionen von Caput humerale des tiefen Zehenbeugers verteilt, und ein dritter Ast als N. interosseus antebrachii abgeht. Der letztere gibt unmittelbar vor Eintritt in Spatium interosseum antebrachii einen Nervenast zu M. flexor pollicis longus ab. Jedoch können beim Abgang dieser Äste vom Hauptstamme des Medianus viele andere Kombinationen auftreten.

in der Höhe der Ellbogenfläche abging; in dem letzteren Falle trat er in die Muskeln in Höhe der Armbogengelenkfläche ein.

Die Breite der einseitig frei präparierten Nervenäste ist in situ gemessen und wird in mm angegeben. Ziffern, die über einem (bezw. 2) Strichen stehen, bedeuten:

a) vor dem / = Breite des Astes in mm.
b) nach dem / = Anzahl der Zweige, in die sich der Ast vor Eintritt in den Muskel teilt.

Die Ziffern unter einem Strich bedeuten:

a) die linke = die Anzahl Zentimeter unter der Ellbogengelenkfläche, die der Ast von dem Hauptstamm des Nerves abgeht.
b) die rechte = die Anzahl Zentimeter, welche die Nerveneintrittsstelle unter dem Ellbogengelenk liegt. In den Fällen, wo der Muskelnervenast sich vor Eintritt in seinen Muskel in viele Zweige teilt, ist die Eintrittsstelle des Nerven liniär (einfach oder verzweigt) oder unregelmässig auf der Oberfläche des Muskels verbreitet. Die Masse sind in allen diesen Fällen bis zum Zentrum der Nerveneintrittsstelle genommen.
c) i unter einem Strich = in der Ellbogengelenkfläche.

Die Ziffern unter zwei Strichen geben die entsprechenden Verhältnisse über der Ellbogengelenkfläche wieder.

Äste zu M. flexor carpi radialis — gewöhnlich nur einer, aber es finden sich auch 2—3 Äste vor — treten in den Muskel proximal auf die laterale Seite nahe ihrer dorsalen Kante ein; das gewöhnliche Verhältnis kann durch die Formel $\frac{2,5/5}{2+6}$ — die Extreme durch $\frac{2/2}{1+4}$ — $\frac{3/7}{3+8}$ ausgedrückt werden.

Bei einem Tiere bemerkte ich auf der rechten Extremität drei Äste zu diesem Muskel — $\frac{2/3}{1,7+3} + \frac{0,4/1}{4,2+4,5} + \frac{1,1/1}{12+19}$ und auf der linken zwei Äste — $\frac{2/1}{2+4} + \frac{1,2/2}{5+5}$. Bemerkenswert ist, dass der meist distale Ast an der rechten Extremität unwillkürlich abgeschnitten werden müsste bei einer eventuellen Medianusneurectomie, welche gewöhnlich direkt über dem Abgang des genannten Nervenastes vom Nervenhauptstamm ausgeführt wird. Nach einer solchen Operation hätte man also mit der Möglichkeit einer Inaktivitätsatrophie eines Teiles von M. flexor carpi radialis zu rechnen[1]).

Die drei Portionen von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus erhalten ihre Äste in der Regel von einem einheitlichen Nervenstamme, der gewöhnlich vom Medianus abgeht, getrennt von dessen übrigen Ästen, der aber doch auch verbunden sein kann mit Ästen zu M. flexor carpi radialis oder auch mit N. interosseus antebrachii und dem Aste zu M. flexor pollicis longus oder endlich auch mit diesen beiden Nervenstämmen. Die Breite dieses einheitlichen Nervenstammes beträgt gewöhnlich ca. 4 mm, — die Variation 3,5—5 mm. Der Abgang desselben liegt meistens einige Zentimeter unter, selten über der Ellbogengelenksfläche. Dieser Nervenstamm gibt zu-

[1]) In der hiesigen chirurgischen Klinik wurde bei einer medianus-neurectomie eine kräftige Zuckung des fraglichen Muskels beobachtet — wobei es sich vielleicht um einen gleichen Fall gehandelt haben dürfte, wie der oben beschriebene.

nächst einen oder, was gewöhnlicher ist, zwei Äste zur *medio-dorsalen Portion* von Caput humerale ab. Diese treten in den Muskel in Gruppen von kleineren Zweigen verteilt auf den dorso-medialen Kanten ein, die eine Gruppe gewöhnlich oberhalb der anderen. Die gewöhnliche Formel dafür ist $\frac{0,7/2}{2+4} + \frac{1/4}{2,1+8}$; Extreme $\frac{1,5/3}{1+4} - \frac{1,2/2}{3+12} + \frac{0,5/3}{3+8}$. Ferner sendet dieser Nervenstamm einen, seltener zwei Äste zur *medio-volaren Portion*, in die sie auf der dorsalen Seite, meistens in viele kleinere Zweige verteilt eintreten, gewöhnlich nach der Formel $\frac{2/5}{2+8}$, Extreme $\frac{1,8/14}{i+8} - \frac{2/2}{1+4}$. Der hierauf noch übrig gebliebene Teil des besprochenen Nervenstammes setzt sich zwischen den medialen (volaren und dorsalen) Portionen gegen die *laterale Portion von Caput humerale* fort, auf deren mediale Seite er in mehrere kleinere Zweige verteilt eintritt, gewöhnlich unter der Formel $\frac{2/5}{2+10}$; Extreme $\frac{1,7/8}{i+2} - \frac{1,5/3}{3+10}$. Beachtung verdient, dass der Nerv, der vom Medianus zu diesem Muskel kommt, sich hauptsächlich in den distalen Hälften konstant auszubreiten scheint.

Der nächste Ast von Medianus ist ein gemeinsamer Stamm (2—3 mm breit) für N. interosseus antebrachii (Fig. 2a, Taf. 35) und der Ast zu M. flexor pollicis longus (Fig. 2b, Taf. 35). Dieser Stamm geht gewöhnlich vom Medianus in der Höhe der Ellbogengelenkfläche ab, kann aber auch, wie oben angeführt, gemeinsam mit einigen von den vorher beschriebenen Ästen abgehen. Er verläuft distal und lateral gegen Spatium interosseum antebrachii, und verteilt sich direkt neben ihm in einen N. interosseus antebrachii und einen Ast zu M. flexor pollicis longus. N. interosseus tritt in Spatium inter. ant. ein und verzweigt sich hier. Oft kann man diesen auch von hier bis zur Lateralseite der Knochen verfolgen, wo er sich im Periost ausbreitet.

Bei dem von mir untersuchten Material hat der Nerv sich niemals bis in die Streckmuskeln fortgesetzt, wie von Baum und Franck (26, 30) angegeben wird. Ebenso liessen die von mir zahlreich vorgenommenen Reizversuche nicht den Schluss zu, dass dieser Nerv irgendwelche motorische Fäden für Extensoren enthält.

Der Nerv zu M. flexor pollicis longus geht von Spatium inter. ant. nahe neben der volaren Seite von Radius hinunter zu seinem Muskel, in den er volar, ungefähr in dessen Mitte, und dabei oft in mehrere Zweige verteilt, eintritt. $\frac{1/3}{\text{N. int.} + 19}$ gibt das gewöhnliche Verhalten, $\frac{0{,}8/5}{\text{N. int.} + 16}$ — $\frac{1{,}3/2}{-\text{N. int.} + 21}$ die Extreme an. Der Nerv ist bei seinem Verlaufe volar auf Radius von N. interosseus zu M. flexor pollicis longus, gewöhnlich an diesem Knochen durch eine Bindegewebsmembrane fixiert, die um denselben eine Scheide bildet. Dieser Nerv hat sich in der Regel in oben angegebener Weise verhalten. Auf zwei Extremitäten desselben Tieres ging der Nerv indessen in der Höhe der Ellbogengelenkfläche von Medianus ab und setzte sich volar und lateral um das Gefäss fort hinunter zu seinem Muskel, ohne mit N. interosseus antebrachii in Verbindung zu stehen.

Besonders will ich hervorheben, dass es mir in keinem Falle gelang, nachzuweisen, dass Nervenäste vom Medianus zum M. flexor digitalis sublimis gingen, trotz genauer Versuche, sowohl vermittelst Dissektion wie auch durch Experimente, worüber ich später weiter unten berichte.

Literaturangaben darüber, dass M. flexor dig. sublimis von N. medianus immer innerviert werden soll, finden sich u. a. bei Chauveau et Arloing, Franck, Martin, Sussdorf. Ebensowenig habe ich irgend einen Ast von N. medianus zu M. flexor carpi ulnaris finden können, wie er nach Martin (51, p. 1036) existieren soll.

Das Segmentalverhältnis der Muskelnervenäste.

Auf die oben beschriebene Weise wurden die Nervenmuskeläste bis zu ihren Segmentalursprüngen verfolgt. Diese Untersuchungen ergaben folgendes Resultat.

Der Nervenast des M. pronator teres kommt von der 7. und 8. C. W.

Der Nervenast des M. flexor carpi radialis kommt von der (7. C. W.[1]), 8. C. W., (1. Th. W.).

Der Nervenast des M. flexor pollicis longus kommt von der 8. C. W., 1. Th. W.

Der Nervenast des Cap. humerale zu M. flexor digitalis prof. kommt von der 8. C. W., 1. Th. W. (2. Th. W.).

Der Nervenast der medio-dorsalen Port. des Cap. humeral. von der 8. C. W. und 1. Th. W.

Der Nervenast der medio-volaren Port. des Cap. humeral. von der 8. C. W. und 1. Th. W.

Der Nervenast der lateralen Port. des Cap. humeral. von der 8. C. W. 1. (u. 2.) Th. W.

N. interosseus antebrachii kommt von der (7. C. W.) 8. C. W.

Equus asinus.

Bei den von Eseln untersuchten Extremitäten hatte N. medianus und N. musculo-cutaneus denselben Segmentalursprung und Verlauf wie obenstehend beim Pferde beschrieben wurden. Die Breite von Medianus, distal auf Brachium gemessen, ehe irgend ein motorischer Ast abging, betrug 8 mm (6 mm)[2]. Der Nerv ging unter M. pronator teres (der hier kräftig muskulös war) neben A. mediana und V. mediano-radialis. Sein Verlauf

[1]) Der in Parenthese angegebene Segmentalursprung hat variiert und wird Gegenstand weiterer Untersuchung bilden. Der Bericht über die Resultate wird gleichzeitig mit einer näheren Beschreibung des gesamten Brachialplexus bei Haustieren erfolgen.

[2]) Die Masse für das Eselsfohlen sind in Parenthese angegeben.

und seine Lage im Verhältnis zu den Gefässen sowohl wie seine Verteilung distal auf Antebrachium glichen in allem wesentlich den beim Pferde vorgefundenen Verhältnissen.

Die rechte Extremität.

Äste gingen wie beim Pferde zum daneben liegenden Gefässe, zum Periost des Knochens. Zum Ellbogengelenk liefen zwei relativ kräftige Äste:

$$\frac{0{,}5/2}{5+0{,}5} + \frac{0{,}7/4}{4{,}2+i}\left(\frac{0{,}4/5}{1+i} + \frac{0{,}2/4}{i+1}\right).$$

Muskelnervenäste.

Ein 2 mm breiter Ast ging 4 cm (2 cm) oberhalb der Ellbogengelenkfläche ab und verlief wie die Nerven sonst auch unter M. pronator teres, jedoch volar von A. mediana. Der Ast vereinigte sich 1,5 cm (2 cm) unter der Ellbogengelenkfläche mit einem 1,5 mm breiten anderen, der in der Höhe derselben Fläche abging; der so gebildete Nervenstamm trat zwischen Radius und M. flexor carpi radialis ein und teilte sich in Äste zu den drei Portionen von Caput humerale des tiefen Zehenbeugers. (Der entsprechende Nerv bei dem Eselsfohlen ging vom Medianus gemeinsam mit N. interosseus antebrachii ab und schickte Äste zu M. flexor pollicis longus.)

Äste zum Caput humerale des tiefen Zehenbeugers:

Medio-volaren Portion, $\frac{2/4}{4+6}\left(\frac{0{,}6/5}{1+5}\right)$ tritt dorsal in den Muskel ein.

Medio-dorsalen Portion, $\frac{1/3}{4+5}\left(\frac{0{,}5/2}{1+4}\right)$ tritt medial in den Muskel ein; ein Ast setzt sich zwischen den medialen Portionen lateral fort bis zu der

Lateralen Portion, $\frac{1/2}{4+7}\left(\frac{0{,}9/4}{1+7{,}5}\right)$ und tritt medial in diese ein.

Weitere Äste gehen zu:

M. pronator teres $\frac{0,4/2}{1+2}\left(\frac{0,3/2}{1+2,5}\right)$. Die Zweige treten dorso-lateral ein.

M. flexor carpi radialis $\frac{1,5/3}{2+6}\left(\frac{1/3}{1+3,5}\right)$. Die Zweige treten lateral ein.

M. flexor pollicis longus $\frac{0,5/3}{3+11}\left(\frac{0,4/4}{1+9,5}\right)$. Die Zweige treten volar ein.

Der Verlauf dieses letztgenannten Nervenastes war bei dem erwachsenen Tiere so, wie er gewöhnlich bei Pferden auftritt. (Bei dem Eselsfohlen dagegen kommt er niemals in Kontakt mit Radius, sondern verliess N. interosseus antebrachii schon an den Gefässen volar, neben und volar, von welchen aus derselbe sich fortsetzte, hinunter gegen seinen Muskel, wobei er unmittelbar vor seinem Eintritt in den Muskel dorsal zwischen A. mediana und V. mediano-radialis trat.)

N. interosseus autebrachii verhielt sich ebenso wie der beim Pferde beschriebene, und konnte also hier nicht bis zu den Extensoren verfolgt werden.

Die linke Extremität.

N. medianus verlief und zerteilte sich im wesentlichen wie derjenige der rechten Extremität und wie der des Pferdes. Zum Ellbogengelenk gingen drei Äste $\frac{0,3/2}{1+1}+\frac{0,1/1}{1+1}+\frac{0,2/3}{1+1}$.

Muskeläste gingen zu:

M. flexor carpi radialis $\frac{1,5/4}{1+5}\left(\frac{1/4}{1+3}\right)$. Der Eintritt geschah lateral.

M. pronator teres $\frac{0,5/2}{1+5,5}\left(\frac{0,2/2}{1+1}\right)$. Der Eintritt geschah dorso-lateral.

Caput humerale von M. flexor digit. profund.:

Medio-dorsalen Portion $\frac{1/3}{1+5,5}\left(\frac{0,5/3}{i+3}\right)$. Der Eintritt in den Muskel war medial.

Medio-volaren Portion $\frac{1/4}{1+7}\left(\frac{0,6/4}{i+5}\right)$. Der Eintritt geschah dorsal.

Lateralen Portion $\frac{0,8/2}{1+7,5}\left(\frac{0,4/3}{i+6}\right)$. Der Eintritt geschah medial.

M. flexor pollicis longus $\frac{0,7/4}{3+12}\left(\frac{0,5/2}{0,5+10,5}\right)$. Der Eintritt geschah volar.

N. interosseus antebrachii konnte bis in die Extensoren nicht verfolgt werden, sondern verhielt sich so, wie der der rechten Extremität.

Abnormitäten.

Beschreibungen über Abnormitäten von N. medianus finden sich in der Literatur äusserst selten. Das einzige, was ich finden konnte, waren zwei von Bradley (12, 13) beschriebene Fälle. Auch scheinen Abnormitäten, wie mein Material schliessen lässt, hier nicht so gewöhnlich zu sein. Anomalien bei Haustieren sind meistens doppelseitig, wie ich in vielen Fällen Gelegenheit hatte zu beobachten. Solche Beobachtungen sind unter anderem auch von Kulczycki (47) gemacht worden. Man kann daher mit ziemlich grosser Sicherheit voraussagen, dass z. B. eine Anomalie an der rechten Extremität ihr Gegenstück bei der linken findet. Um so eigentümlicher ist daher der unten beschriebene Fall, der nur auf der linken Extremität auftrat, während auf der rechten alles normal war.

Es handelt sich um eine Zerteilung von N. medianus hoch oben auf Antebrachium und um eine Schlingenbildung um A. mediana und V. mediano-radialis. N. medianus verlief auf gewöhnliche Weise im Verhältnis zum Gefässe, bis er 16 cm unter

die Ellbogengelenkfläche kam (Fig. 3 a). Hier teilte er sich in einen medialen (Fig. 3 c) und einen ungefähr gleich starken lateralen (Fig. 3 b) Ast. Der erstere ging dorsal und medio-distal zwischen die beiden Schenkel der hier doppelten V. mediano-radialis (Fig. 3 e). Dann setzte er sich gegen Carpus medio-dorsal von den Gefässen fort und passierte Carpus auf gewöhnliche Weise. 25 cm unter der Ellbogengelenkfläche erhielt er von dem lateralen Aste (b) eine Anastomose (Fig. 3 d). Dieser laterale Ast ging latero-volar von den Gefässen und schickte 20 cm unter der Ellbogengelenkfläche eine Anastomose zu dem medi-

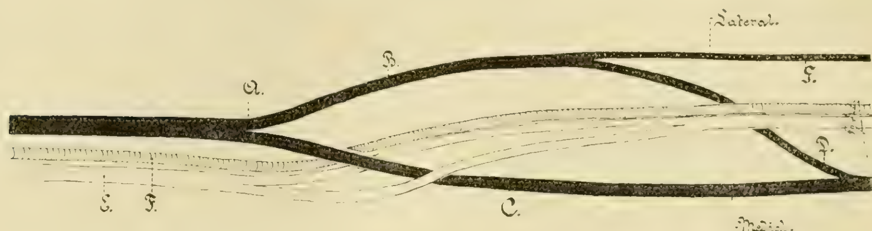


Fig. 3.
Erklärung im Text.

alen Aste. Die Anastomose ging dorsal von den Gefässen zwischen diesem und dem Radius und erreichte den medialen Ast, wie schon gesagt, 25 cm unter der Ellbogengelenkfläche. Die Fortsetzung des lateralen Astes verband sich auf die gewöhnliche Weise mit dem tiefen Aste von N. ulnaris und verhielt sich im übrigen normal. Durch die beschriebene Anastomose (Fig. 3 d) bildet N. medianus eine Schlinge um A. mediana (Fig. 3 f) und um den einen Stamm von V. mediano-radialis.

Bei dem untersuchten Material sind keinerlei Anomalien in bezug auf die motorischen Innervierungen vorgekommen.

N. ulnaris.

Equus caballus.

Chauveau et Arloing (19) geben an, dass N. ulnaris von der 1. und 2. Th. W. kommen soll, was durch meine Unter-

suchungen weiter bekräftigt wird. Aber der Nerv kommt nicht nur von dieser Th. W., sondern daneben auch in der Regel von der 8. C. W. Der Stamm von der 1. Th. W. ist der unvergleichlich kräftigste; ihm am nächsten kommt der von der 2. Th. W., der schwächste ist der von der 8. C. W.

Auch mit N. ulnaris geht ein langes Stück distal auf dem Oberarm ein Hautnerv verbunden, nämlich N. cutaneus palmaris. (Ellenberger und Baum, Martin u. a. (26, 51).) Dieser Nerv verlässt N. ulnaris ein Stück über dem Ellbogengelenk, läuft zwischen M. tensor fascie antebrachii und M. pectoralis superficialis gegen Olecranon, durchbohrt hier die Unterarmfaszie und breitet sich mit mehreren Zweigen in der Haut des Unterarmes auf der volaren, medialen und lateralen Seite aus. Wird der Nerv von N. ulnaris bis in seine Segmentalwurzel hinauf frei präpariert, so zeigt sich, dass er hauptsächlich von der 2. Th W., und nur zu einem geringen Teile von der 1. Th. W. kommt. Wird der Hautnerv entfernt, so ist der zurückbleibende Teil von 2. Th. W., der zu N. ulnaris geht, sehr klein. Wenn man von dem Hautnerven absieht, geht also nur eine relativ geringe Anzahl von Nervenfäden von der 2. Th. W. nach N. ulnaris. Beim Menschen geht der entsprechende Hautnerv N. cutaneus antebrachii medialis direkt vom Plexus brachialis ab, wo er an einen Nervenstamm grenzt, der zur Bildung von N. ulnaris beiträgt. Das Pferd unterscheidet sich in bezug auf diesen Hautnerv vom Menschen hauptsächlich dadurch, dass derselbe ein Stück gegen das Ellbogengelenk mit N. ulnaris zusammengewachsen ist. Mit Bezug auf das sensible Innervierungsgebiet scheint derselbe die allergrösste Übereinstimmung mit denen des Menschen zu zeigen, sowohl mit N. cutaneus antebrachii medialis, als auch mit Ramus cutaneus palmaris von N. ulnaris [Rauber und Kopsch (63)]. Wenn man beim Pferde schon die andern auf dem Unterarm befindlichen Hautnerven als N. cutaneus antebrachii lateralis und dorsalis mit

denen beim Menschen homologisiert hat, so findet sich keinerlei Ursache, in Übereinstimmung mit Ellenberger und Baum, Martin u. a. den fraglichen Hautnerven N. cutaneus palmaris zu nennen, sondern man müsste ihn konsequent als N. cutaneus antebrachii medialis bezeichnen[1]).

N. ulnaris setzt sich caudal von N. medianus und caudomedial von A. brachialis nach unten fort, geht auf die distale Hälfte von Brachium zwischen M. tensor fascie antebrachii und M. triceps brachii. Bei dem distalen Ende von Humerus liegt der Nerv zwischen M. tensor fascie antebrachii und M. flexor digitalis sublimis. Hier wie auch im proximalen zweiten Drittel des Unterarmes liegt der Nerv medial von A. und V. collateralis ulnaris, welche auf dem distalen Drittel von Brachium den Nerven auf seiner medialen bisweilen lateralen Seite kreuzen. Der Nerv geht gemeinsam mit den genannten Gefässen volar von dem oberflächlichen Zehenbeuger und der lateralen Portion von Caput humerale des tiefen Zehenbeugers, und setzt sich in der Regel dorsal (unter) von Caput ulnare des M. flexor carpi ulnaris und auf der Grenze zwischen M. extensor und flexor carpi ulnaris fort hinunter gegen Carpus. Auf dem distalen Viertel des Unterarmes kreuzt der Nerv die Gefässe dorsal und verläuft danach lateral von denselben. Direkt über Carpus teilt sich der Nerv in einen tiefen und einen oberflächlichen weiter abwärts auf der Extremität fortlaufenden Ast. Die Breite des Nerven beträgt bei dem erwachsenen Tier direkt über dem distal auf dem Oberarm erfolgenden Abgang der motorischen Äste 8—10 mm, in der Regel 9 mm. Die motorischen Äste gehen bedeutend höher ab als bei N. medianus und gewöhnlich oberhalb der Ellbogenoberfläche. Ein oder mehrere Äste gehen gewöhnlich zu den nächstliegenden Gefässen, ab und zu auch ein Ast zum Ellbogengelenk.

[1]) Diesen Gegenstand werde ich des Näheren behandeln in einem schon begonnenen Berichte über die Hautnerven bei Haustieren.

Muskeläste gehen ab zu (Fig. 2, Taf. 35):

M. palmaris longus, der einen bis zwei Äste erhält; die gewöhnliche Formel dafür ist $\frac{1,5/8}{6+1}$ oder $\frac{1,2/3}{6,5+2,5}$, für die Extreme $\frac{1,4/4}{6+i} - \frac{1/1}{5+2,5} + \frac{1/2}{4,2+i}$; der Eintritt geschieht proximal, dorsal und nahe der dorso-medialen Muskelkante.

Caput humerale von M. flexor carpi ulnaris, der meistens einen, zuweilen zwei Äste erhält. Die gewöhnliche Formel dafür ist $\frac{2,5/3}{7+1}$ oder $\frac{2,5/1}{7+2} + \frac{0,2/1}{4,5+3,5}$; die Extreme $\frac{2/3}{4,5+i} - \frac{2,4/3}{8+1} + \frac{1/2}{5+2}$.

Die Zweige treten proximal und lateral in den Muskel ein.

Caput ulnare von M. flexor carpi ulnaris erhält in der Regel nur einen Ast; die gewöhnliche Formel ist $\frac{0,9/8}{4+1}$; die Extreme $\frac{0,4/4}{4+0,5} - \frac{1/8}{7+1}$; die Zweige treten proximal und lateral ein.

M. flexor digitalis sublimis erhält in der Regel nur einen Ast; die gewöhnliche Formel ist $\frac{3,2/1}{8+3}$ für die Extreme $\frac{2,5/4}{9+4} - \frac{3,6/1}{4+i}$. Der Eintritt erfolgt proximal und latero-volar. Eigentümlicherweise tritt dieser kräftige Nerv oft ungeteilt in den Muskel ein. Zuweilen, wenn auch selten, geht vom Nervenaste direkt vor seinem Eintritt in den Muskel ein kleinerer Ast zur lateralen Proportion von Caput humerale des M. flexor digitalis profundus. Diese Muskelportion erhält dann regelmässig noch einen Ast von N. ulnaris.

Lateralen Portion des Caput humerale vom tiefen Zehenbeuger; sie erhält in der Regel vom Hauptstamme des

Nerven nur einen Ast, jedoch ab und zu noch einen Ast, nämlich den soeben erwähnten Ast von dem Nervenast des oberflächlichen Zehenbeugers. Die gewöhnliche Formel lautet $\frac{1,5/6}{7+1}$, für die Extreme $\frac{1/8}{3+1} - \frac{2/1}{3+6}$. Die Zweige treten proximal und medial in den Muskel ein (Fig. 2, Taf. 35). Dieser Nervenast innerviert hauptsächlich das proximale Drittel des besprochenen Muskels. Sehr oft kann jedoch ein intramuskulärer Zweig verfolgt werden nahe der volaren Muskelkante hinunter zu dem distalen Ende des Muskels.

Die hier oben beschriebenen Äste sind in der Regel vom Hauptstamme des Nerven getrennt voneinander abgegangen. Doch können zahlreiche Kombinationen zwischen denselben vorkommen. Hierher ist z. B. folgender Zustand auf der rechten Extremität eines Pferdes zu rechnen, dessen N. ulnaris auf der linken Extremität seine Äste nur nach der oben beschriebenen regelmässigen Art und Weise abschickte. Hier ging 10 cm oberhalb der Ellbogengelenkfläche ein Nervenstamm ab, der zuerst einen Ast zu der humeralen Portion von M. flexor carpi ulnaris, darauf einen zu M. flexor digitalis sublimis, weiter distal auf dem Unterarm noch einen Ast zu dem oberflächlichen Zehenbeuger schickte; der zurückbleibende Nervenast verschwand in der lateralen Portion von Caput humerale des tiefen Zehenbeugers. 7,5 cm oberhalb der Ellbogengelenkfläche ging noch ein Nervenstamm ab, der sich in M. palmaris longus und Caput ulnare des M. flexor carpi ulnaris verteilte.

Mit Bezug auf die Eintrittsstellen der Nervenzweige in die Muskeln habe ich weder in diesem noch einem anderen Falle irgendwelche wesentliche Abweichungen von den oben beschriebenen Verhältnissen entdecken können.

Aus Obenstehendem geht hervor, dass N. ulnaris vom tiefen Zehenbeuger den M. palmaris longus und auch die laterale Portion des Caput humerale innerviert, jedoch keine der übrigen

Portionen des genannten Muskels. Die laterale Portion von Caput humerale des tiefen Zehenbeugers erhält indessen regelmässig auch einen Ast von N. medianus (Fig. 2, Taf. 35). Es gibt also regelmässig eine doppelte Innervierung in diesem Muskel. Unter Anwendung der oben beschriebenen Methode habe ich auf einer Anzahl Extremitäten die intramuskulären Nervenzweige freigelegt. Der gewöhnliche Verlauf derselben geht aus punktierten Linien in Fig. 2, Taf. 35 hervor. In den erwähnten doppelt innervierten Muskeln habe ich gefunden, dass N. medianus sich hauptsächlich in den distalen zwei Dritteilen verzweigt, während N. ulnaris sich hauptsächlich zu dem proximalen Drittel hält, sehr oft jedoch sich mit einem, selten mit zwei Nervenzweigen hinunter nach dem distalen Ende des Muskels fortsetzt. Die Innervierungsgebiete der beiden Nerven scheinen präparatorisch bis zu gewissem Umfange ineinander überzugreifen. Bei dem untersuchten Material habe ich in 65% von allen Fällen eine und zuweilen mehrere intramuskuläre Anastomosen zwischen N. ulnaris und N. medianus gefunden. (Fig. 2, Taf. 35).

Vergleicht man die hier beschriebenen Resultate meiner Präparationen von N. ulnaris und seinem Innervierungsgebiete mit den oben angeführten Citaten von einem Teile von Forschern, so wird man finden, dass die letzteren nicht nur sehr abweichend voneinander sind, sondern auch, dass keines derselben völlig mit den von mir erhaltenen Resultaten übereinstimmt. Ellenberg und Baum erwähnen nur beiläufig, dass N. ulnaris auf dem Unterarm die volaren Beugemuskel innerviert. Die einzigen, die wenigstens andeuten, dass der oberflächliche Zehenbeuger von N. ulnaris innerviert wird, sind Chauveau et Arloing und Franck. Aber diese Forscher behaupten auch, dass der genannte Muskel noch von dem Medianus innerviert wird. Martin und Sussdorf (51, 74), die einzigen Forscher, die hierbei auf Einzelheiten eingehen, geben an, dass der oberflächliche Beuger nur vom Medianus innerviert wird. Bei ihnen findet

sich keinerlei Angabe darüber, dass auch Ulnaris denselben Muskel innervieren soll. Dieselben Forscher berichten auch, dass N. ulnaris von den Portionen des M. flexor digitalis profundus nur M. palmaris longus innerviert.

Segmentalursprung der Nervenmuskeläste.

Nervenäste kommen zu:

M. flexor carpi ulnaris von der (8. C. W.) 1. und 2. Th. W.

M. palmaris longus von der 8. C. W. und 1. Th. W.

Lateralen Portion des Caput humerale von M. flexor digit. profundus von der 1. und 2. Th. W.

M. flexor digitorum sublimis von der (8. C. W.) 1. und 2. Th. W.

Equus asinus.

Das Segmentalverhalten von N. ulnaris gleicht in allem Wesentlichen dem oben Beschriebenen des Pferdes; ebenso der Verlauf des Nerven im Verhältnis zu den Gefässen und Muskeln bis zum proximalen Ende des Unterarmes. Zwischen dem 1. und 2. proximalen Viertel von Antebrachium werden die Gefässe von dem Nerven volar gekreuzt (konstant bei dem untersuchten Material), der sich dann auf dem noch übrig bleibenden Wege lateral von den Gefässen hinunter zum Carpus fortsetzt. Gefässe und der Nerv liegen zueinander im Verhältnis von der Medial- bis zur Lateralseite = v. a. n. Wie oben beschrieben, kommt eine ähnliche Lage des Nerven beim Pferde zuerst in dem distalen Ende von Antebrachium vor. Beim Eselsfohlen lagen Nerv und Gefässe zwischen und medial von den beiden beschriebenen Insertionssehnen des M. palmaris longus. Hier trat nach der Teilung von N. ulnaris in einen tiefen und einen oberflächlichen Ast oberhalb Carpus der oberflächliche Ast durch einen von der volaren Insertionssehne des M. palmaris longus und der

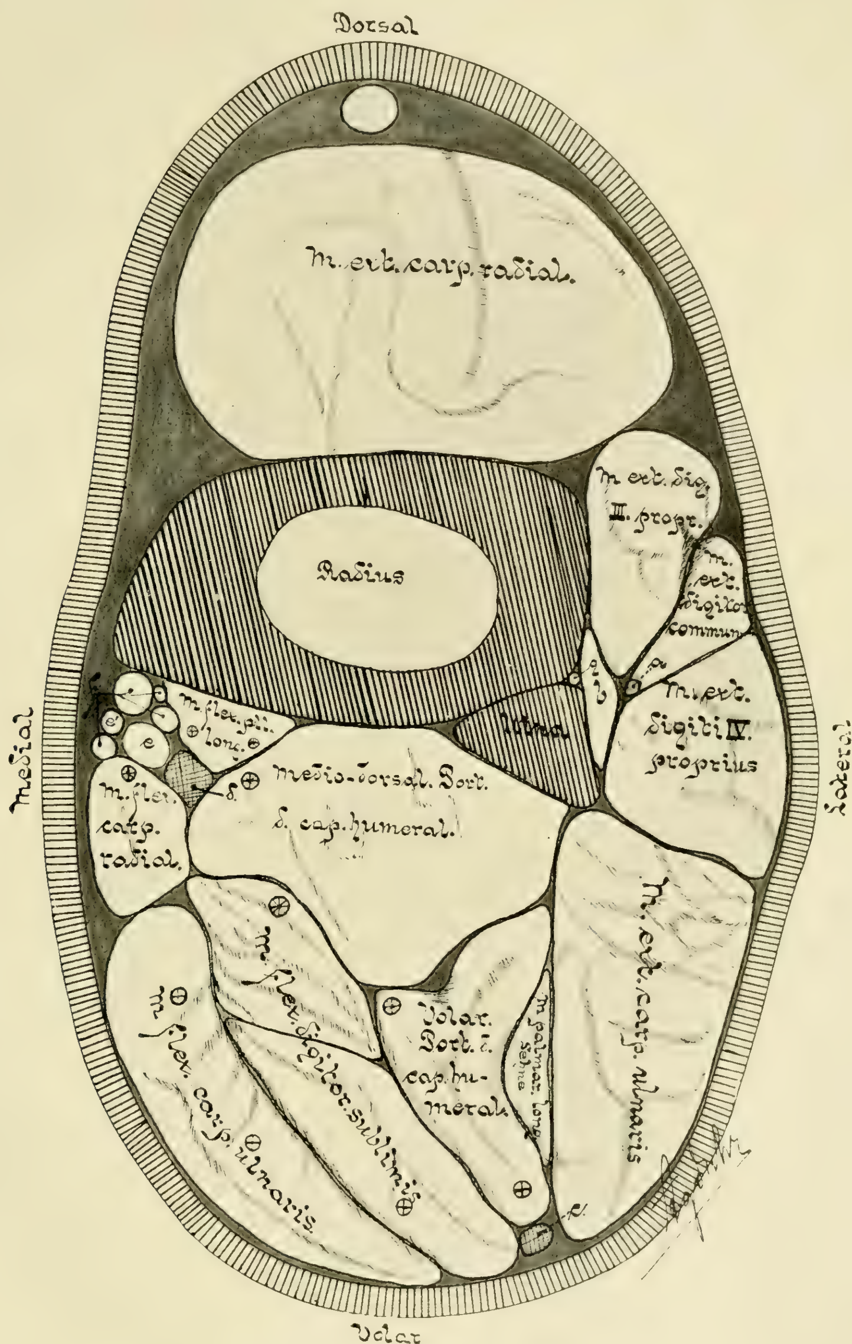


Fig. 6.

Gefrierquerschnitt in der Mitte des Vorderarmes von Bos taurus.

a) Sehne des M. extensor indicis. b) M. abductur pollicis longus. c) N. ulnaris. d) N. medianus. e) A. ulnaris. e¹) A. radialis. f) V. mediana mit Ästen. g) A. interossea dorsalis. (*) Nervenstamm von N. medianus. (+) Nervenstamm von N. ulnaris.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Sehne des M. extensor carpi ulnaris infolge eines zweifachen Zusammenschmelzens gebildeten Spalt aus. Der tiefe Ast verläuft wie beim Pferde. Beim ausgewachsenen Tiere verhielten sich die genannten Äste ebenso wie die beim Pferde.

Muskeläste gehen zu:

Caput humerale von M. flexor carpi ulnaris $\frac{1,5/3}{3+3}\left(\frac{1,1/4}{2+0,5}\right)$. Die Zweige treten in den Muskel lateral ein.

Caput ulnare von M. flexor carpi ulnaris $\frac{0,4/3}{1+1}\left(\frac{0,3/1}{2,5+1}\right)$. Die Zweige treten in den Muskel lateral ein.

M. palmaris longus $\frac{1,2/2}{2,5+1}\left(\frac{0,7/5}{2,4+i}\right)$. Der Eintritt in den Muskel geschieht proximal und dorso-medial.

M. flexor digitalis sublimis $\frac{2,2/2}{2,5+1,5}\left(\frac{1,2/3}{3,5+i}\right)$. Die Zweige treten in den Muskel proximal und volar ein.

Lateralen Portion von Caput humerale des tiefen Zehenbeugers $\frac{0,8/3}{i+3}\left(\frac{0,5/2}{1,5+2,5}\right)$. Die Zweige treten ir den Muskel proximal und volar ein.

Die Bruchzahlen der hier beschriebenen Äste geben das Verhältnis auf der rechten Extremität an. Wie die Zahlen erweisen, gingen die verschiedenen Äste vom Nervenstamme voneinander getrennt ab. Anders war das Verhältnis bei dem ausgewachsenen Tiere auf der linken Extremität. Dort ging zuerst ein Ast zu Palmaris longus und unmittelbar darunter ging ein einheitlicher Nervenstamm ab, der sich in Äste zu den übrigen der von diesem Nerven innervierten Muskeln teilte.

Abnormitäten.

In keinem einzigen Falle habe ich hier, gleichwie bei N. medianus, irgendeine Anomalie in bezug auf die Ausdehnung

des motorischen Innervierungsgebietes beobachten können. Bei N. ulnaris dagegen waren Abweichungen von seinem normalen Verlaufe und seiner normalen Teilung im Gegensatz zu N. medianus nicht allzu selten.

Die Teilung in einen oberflächlichen und einen tiefen sensiblen Ast findet bei N. ulnaris gewöhnlich unmittelbar oberhalb der Carpalglieder statt. Daher kommt es, dass man in der Regel den Nerven auf der von Vennerholm (78) vorgeschlagenen Neurektomiestelle 7 cm oberhalb Os pisiforme einheitlich antrifft. Bei dem von mir untersuchten Material hat der Nerv in 10 % der Fälle eine hiervon abweichende Verteilung gehabt. Bei zwei Extremitäten ein und desselben Tieres geschah die fragliche Teilung in der Ellbogengelenkfläche. Die motorischen Äste waren da von dem ungeteilten Nerven schon abgegangen. Von beiden Ästen verhielt sich der tiefe ebenso zu den normales Verhalten aufweisenden Gefässen, wie es der ungeteilte Nerv im gewöhnlichen Falle tat. Der oberflächliche Ast dagegen trennte sich von dem ersteren und vom Gefäss, passierte Caput ulnare des M. flexor carpi ulnaris, allerdings unter dessen muskulösem Teile, aber zwischen diesem und seiner Fascie auf (unter) der latero-dorsalen Seite zu demselben Muskel. Danach ging der Nerv auf die volare Kante von M. extensor carpi ulnaris über, setzte sich nach unten zwischen dieser und Fascia antebrachii fort. Auf der Grenze zwischen dem proximalen und mittelsten Drittel von Antebrachium lag der Nerv 1 cm lateral von den tiefen Ast. An der Stelle der von Vennerholm (78) vorgeschlagenen Ulnaris-Neurektomie lag der oberflächliche Ast 2 cm lateral und dorsal von den tiefen und noch unmittelbar unter Fascia antebrachii. Der Nerv perforierte 6 cm oberhalb Os pisiforme die Unterarmfascie und breitete sich in der Haut auf die gewöhnliche Weise aus.

Bei einem anderen Pferde, das gleichfalls auf beiden Extremitäten einen abnorm verlaufenden N. ulnaris hatte, teilte

sich dieser 8 cm proximal von die Ellbogengelenkfläche in einen oberflächlichen und einen tiefen Ast. Der oberflächliche (3 mm breite) durchbohrte proximal das tiefe (laterale) Fascienblatt des Caput ulnare von M. flexor carpi ulnaris, verlief nach unten 5 cm zwischen diesem Fascienblatt und dem muskulösen Teile des Muskels, durchbohrte diesen danach und trat an der medio-volaren Seite des Muskels aus. Der Nervenast ging nach unten und lateral auf die volare Kante von M. extensor carpi ulnaris, durchbrach die Fascie antebrachii 10 cm oberhalb des Carpus. Er liegt also auf der Nervenschnittstelle unmittelbar unter der Haut und ist hier 2,5 cm länger latero-dorsal gelegen als der Nerv im gewöhnlichen Falle zu liegen braucht. In Höhe zur Mitte des Unterarmes schickte der Nervenast eine schräg abwärts und medial verlaufende Anastomose zu dem tiefen Aste. Der tiefe Nervenast (4 mm breit) hatte denselben Verlauf, den der ungeteilte N. ulnaris im gewöhnlichen Falle nimmt und verband sich distal auf Antebrachium mit N. medianus auf dieselbe Weise, wie der Ramus profundus unter gewöhnlichen Verhältnissen. Unmittelbar unter der Mitte des Antebrachium erhielt der Ast die oben beschriebene Anastomose von Ramus superficialis.

Muskeläste gehen von dem oberflächlichen Aste ab zu: M. palmaris longus $\frac{1{,}2/11}{6+1}$. Die Zweige treten auf der Dorsalseite des Muskels 1 cm lateral von der dorso-medialen Kante ein.

Caput ulnare von M. flexor carpi ulnaris $\frac{0{,}2/1}{1+4} + \frac{0{,}5/3}{5{,}5+6{,}5}$. Die Zweige traten auf der lateralen Seite in den Muskel ein.

Muskeläste gehen von dem tiefen Aste ab zu: Caput humerale von M. flexor carpi ulnaris $\frac{1{,}1/7}{6+1{,}5}$. Die Zweige traten in den Muskel proximal und latero-volar ein.

M. flexor digitalis sublimis $\frac{2,5/3}{4 + 2,5}$. Die Zweige traten in den Muskel proximal und volar ein.

Lateralen Portion von Caput humerale des tiefen Zehenbeugers $\frac{0,8/3}{3 + 1}$. Die Zweige gingen proximal und volar in den Muskel.

Bei meinem Material kam noch ein Pferd mit abnormer Verteilung und abnormem Verlauf von N. ulnaris vor. Hier schickte der Nerv 7 cm oberhalb der Ellbogengelenkfläche einen Nervenstamm ab, der sich in Äste zu den vom N. ulnaris normal innervierten Muskeln teilte. Der sensible Teil des Nerven passierte Caput ulnare des M. flexor carpi ulnaris auf der mediovolaren Seite, also nicht wie gewöhnlich dorso-lateral von (unter) dem genannten Muskel. Der ungeteilte Nerv ging volar von den Gefässen und den beiden volaren Kanten von M. flexor und extensor carpi ulnaris aus. Auf der Grenze zwischen dem mittelsten und dem distalen Drittel von Antebrachium schickte der Nerv einen Ast ab, der zu den normal verlaufenden A. u. V. collat. ulnaris ging, ihnen folgte und, nach allem zu urteilen, vollkommen dem Ramus profundus unter den gewöhnlichen Verhältnissen entsprach. Der übrige Teil des Nerven (ungefähr ebenso stark wie der tiefe Ast) ging auf die latero-volare Seite von M. extensor carpi ulnaris über und lag bei der Nervenschnittstelle 1,5 cm latero-volar von dem tiefen Ast. Danach perforierte er auf dem distalen Ende des Unterarmes Fascia antebrachii und verhielt sich im übrigen wie Ramus superficialis unter normalen Verhältnissen.

Die für N. ulnaris hier beschriebenen Anomalien verhielten sich regelmässig gleich auf der rechten und linken Extremität bei demselben Tiere. Die Muskelnervenzweige haben in keinem Falle irgendwelche Anomalien weder bezüglich des Innervierungsgebietes noch bezüglich ihrer Eintrittsstellen in die respektiven Muskeln aufgewiesen.

Bemerkenswert ist die Neigung des Ramus superficialis, sich bei der Teilung des Nerven proximal auf Antebrachium bald von dem tiefen Aste zu trennen und auf die latero-volare Kante von M. extensor carpi ulnaris überzugehen, wo derselbe unmittelbar unter der Fascia antebrachii verläuft.

Für Veterinärchirurgen dürften diese hier beschriebenen Abnormitäten von besonderer Bedeutung sein. Im Falle, wo bei einer Ulnarisneurektomie (nach Vennerholm) das günstige Resultat ausbleibt, würde man eventuell mit einem abnorm hoch verteilten N. ulnaris zu rechnen haben, infolgedessen bei der Operation nur der tiefe Ast abgeschnitten wurde. Im Falle einer solchen Eventualität hat man nach den obigen Darlegungen den oberflächlichen Ast weiter lateral zu suchen.

Artiodactyla.

Ruminantia.

Unter den Wiederkäuern hatte ich Gelegenheit zur Untersuchung von (2 St.) Cervus tarandus, (2 St.) C. alces, (1 St.) C. dama, (4 St.) C. capreolus, (50 St.) Bos taurus, (8 St.) Ovis aries und (2 St.) Capra hircus.

Cervidae.

Angaben über die Muskulatur bei Cervidae finden sich in der Literatur äusserst selten. Unter den wenigen, die ich finden konnte, mögen erwähnt werden Reiser (65), der die Muskulatur von Cervus rufus und C. capreolus beschrieb und Windle und Parsons (80), von denen die Muskulatur von Cervus axis und C. manchuricus, Cervulus muntjac, Cariacus rufus und C. mexicanus beschrieben wurden. Irgendwelche Angaben über die Muskulatur von Cervus tarandus, C. alces, C. dama habe ich dagegen nicht finden können, Kolsters (45) Beschreibungen von M. pronator teres bei C. tarandus und C. capreolus ausgenommen.

M. pronator teres bei Cervus capreolus und C. tarandus wird von Kolster recht eingehend beschrieben. Über diesen Muskel bei C. capreolus schreibt der genannte Verfasser: „Der M. pronator teres ist von den Flexoren vollkommen getrennt. Derselbe entspringt mit platter, schmaler Sehne vom Condylus internus humeri. Der Ursprung geht nicht auf die Gelenkkapsel über, ebenso fehlt eine ulnare tiefe Portion. Kurz nach dem proximalen sehnigen Anfang treten auf der äusseren Seite des Muskels fleischige Elemente hervor, welche eine dünne fleischige Schicht bilden, während die dem Knochen zugewandte Seite des Muskels im ganzen Verlauf sehnig verbleibt. Eben distal — — —. Die Endinsertion findet an der radialen Seite des Radius statt — — —.“ Reiser (65) schreibt: „Dem Hirsch (Cervus rufus) und dem Reh (Cervus capreolus) fehlt dieser Muskel (M. pronator teres), worauf besonders hingewiesen sei.

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen meines Materials (8 Stück Extremitäten) kommt M. pronator teres bei C. capreolus konstant vor und entspringt mit zwei Köpfen von Condylus internus humeri, einer dorso-lateral und der andere volar von den Gefässen und dem Nerv (N. medianus, A. mediana und V. medianoradialis), die zwischen beiden Köpfen verlaufen. Von den beiden war der dorso-laterale etwas schwächer als der volare. Auch konnte von dem ersteren deutlich bei einem Tiere ein Bindegewebestrang volar unter den Gefässen und dem Nerv zu Proc. coronoideus ulnae medialis[1]) verfolgt werden. Beide Muskelursprünge waren

[1]) Die dorso-laterale Portion, die sich auf sämtlichen Extremitäten vorfand, kann also als „einer ulnaren tiefen Portion“ entsprechend angesehen werden. Eine solche findet sich bekanntlich beim Menschen und den meisten Tieren, wo eine grössere Beweglichkeit zwischen radius und ulna vorkommt. Die ulnare tiefe Portion war vermutlich kräftig entwickelt in einer seit lange verschwundenen Zeitperiode, da auch bei Ungulatae mit den Unterarmen eine Pronation und Supination ausgeführt werden konnte. Die ulnare tiefe Portion ist nachher mit den geänderten Lebensverhältnissen der Tiere und den dadurch bedingten weniger komplizierten Bewegungen der Extremitäten und der teilweisen Reduktion der Zehen und Zusammenwachsung von u. a. auch dem

zum grössten Teile zu Bindegewebe verwandelt, nur in ihren gegen den einheitlichen Muskel gewandten Enden konnten einige Muskelfäden beobachtet werden. Bei Cervus dama war der dorsolaterale Ursprung sehr schwach. Bei Cervus alces dagegen war der entsprechende Ursprung (Fig. 4e, Taf. 36) nahezu gleich kräftig wie der volare, aber nur ein geringer Teil desselben hatte seinen Ursprung auf Condylus medialis humeri, während grössere Teile von der Insertionssehne des M. biceps brachii entsprangen. Der Verlauf des Muskels und die Inserierung stimmte bei diesem Tiere im übrigen in der Hauptsache mit dem überein, was Kolster (45) für C. capreolus angibt. Bei verschiedenen Individuen derselben Art variierte jedoch die Stärke der muskulösen Teile bedeutend. N. medianus, A. mediana und V. mediano-radialis gehen zuerst zwischen den beiden Ursprüngen hin und setzen sich darauf unter dem Muskel zwischen diesem und dem Radius fort.

Auf dem entsprechenden Muskel von Cervus tarandus konnte ich nur einen Ursprung von Epicondylus flexorius humeri finden. Dieser begann auf Epicondylus medialis humeri volar von den Gefässen und den Nerv und entsprach im Vergleich zu Obenstehendem dem eigentlichen humeralen Ursprunge. Der Muskel war zum grössten Teile zur Sehne umgewandelt, im übrigen stimmte er in der Hauptsache mit dem oben über ihn bei C. capreolus Gesagten überein.

Unterarmknochen, nach und nach gegen den humerus hinauf gewandert, wo sie ihren Ursprung dorsal um die eigentliche humerale Portion nahm. Andeutungen zu einer derartigen ursprünglichen ulnaren Portion habe ich, wie aus untenstehenden Beschreibungen hervorgeht, an den meisten von mir untersuchten Artiodactyla beobachtet. Eine solche Wanderung des Muskelursprungs und Inserierung zwecks Anpassung an zweckdienliche Bewegungen sind in vielen Fällen beobachtet worden. Für pronator teres hat Kolster (45) darauf hingeviesen, dass Inserierung dieses Muskels, die nach Gegenbauer (36) sich bei Amphibien auf Metacarpus findet, bei höherstehenden Tieren den Radius hinaufwandert und dadurch ebenfalls eine immer kräftigere pronierende Wirkung erhält.

M. flexor carpi radialis bei C. alces (Fig. 4h, Taf. 36) entsprang auf Epicondylus flexorius humeri unmittelbar volar um Lig. collaterale radiale und inserierte proximal und medio-volar auf Os metacarpale III + IV. Der Muskel grenzte dorsal an Pronator teres und an den Radius, latero-volar an M. flexor carpi ulnaris, lateral an die beiden Portionen von M. flexor digitorum sublimis und an die mediale Portion des Caput humerale von M. flexor digitorum profundus. Die recht lange Insertionssehne lag auf der medio-volaren Kante von dem distalen Ende des Radius und Carpus und war auf dieser Ausdehnung von einer Sehnenscheide umgeben. Der genannte Muskel verhielt sich auf gleiche Weise bei den übrigen von mir untersuchten Cervidae.

M. flexor carpi ulnaris bei C. alces (Fig. 4 u. 5k, Taf. 36) entspringt mit dem humeralen Kopfe auf Epicondylis flexorius humeri proximal und volar um Lig. collaterale radiale und mit einem ulnaren Kopfe von Olecranon medio-volar und lateral auf einem Gebiete, das sich vom proximalen Ende von Olecranon bis 12 cm unter die Ellbogengelenkfläche erstreckte. Insertion nahm der Muskel auf Os pisiforme. Der Muskel grenzte dorsomedial an M. flexor carpi radialis, lateral an M. flexor digitorum sublimis und M. palmaris longus. Der ulnare Ursprung von M. flexor carpi ulnaris wurde lateral und teilweise volar von M. extensor carpi ulnaris bedeckt. Auf den drei distalen Vierteln ihres Verlaufes aber grenzten die Kanten der beiden Muskeln aneinander.

Bei Cervus dama, capreolus und tarandus verhielt sich der Muskel in der Hauptsache wie bei C. alces. Caput ulnare entsprang bei ihm ebenfalls auf der lateralen Seite von Olecranon; doch wurde dieser laterale Ursprung nicht von M. extensor carpi ulnaris bedeckt. Windle und Parsons (80) schreiben von diesem Muskel bei Cervidae: "In the Cervidae the Brochets (Cariacus rufus and mexicanus) have both heads."

M. flexor digitorum sublimis entspringt bei C. alces (Fig. 4 u. 5n, o, Taf. 36) volar auf Condylus flexorius humeri, grenzt während seines Verlaufes gegen Carpus medio-volar an M. flexor carpi ulnaris, medial an M. flexor carpi radialis, dorsal und lateral an Caput humerale von M. flexor digitorum profundus. Auf der distalen Hälfte des Unterarmes liegt der Muskel medial unmittelbar unter Fascia antebrachii (Fig. 4, Taf. 36). Der Muskel teilt sich eine Hand breit oberhalb des Carpus in eine tiefe und eine oberflächliche Portion, welche direkt oberhalb Os pisiforme in Sehnen übergehen. Die tiefe Portion passiert den Carpus dorsal und die oberflächliche volar von Lig. carpi transversum. Die Sehnen (die oberflächliche breit und dünn, die tiefe von dreieckigem Querschnitt) gehen, ohne sich so wie bei Bos taurus u. a. miteinander zu verbinden, abwärts zu den Hauptzehen, wo sie inserieren, die volare proximal und volar auf die zweite Phalange der vierten Zehe, und die dorsale proximal und volar auf die zweite Phalange der dritten Zehe. In Höhe mit den Metacarpo-Phalangealgliedern bilden die Insertionssehnen jede (zusammen mit Schenkeln des M. interosseus) einen ca. 8 cm langen Ring um die Insertionssehnen des tiefen Beugers. Die Sehnenscheiden dieses Muskels verhielten sich in der Hauptsache, so wie Chauveau et Arloing (19), Sussdorf (74) u. a. es bei Bos taurus beschreiben. Auf der Dorsalseite vom muskulösen Teile der dorsalen Muskelportion ging in Höhe des distalen Endes vom Unterarme ein kräftiger Sehnenschenkel ab, welcher auf die Sehne der medio-dorsalen Portion vom Caput humerale des tiefen Zehenbeugers inserierte oder (wie eine Extremität zeigte) auf die einheitliche Sehne des Caput humerale von M. flexor digitorum profundus. Dieser Sehnenschenkel ging proximal in einen mit der dorsalen Portion intim verbundenen Muskel über, der seine homologe Bildung bei u. a. Bos und Sus besitzt und dort näher beschrieben wird.

Von der volaren Seite der volaren Portion ging in das

distale Ende des Unterarmes eine gut begrenzte Muskelsehne (Fig. 4 u. 5p, Taf. 36) ab, die teilweise auf das Ligament zwischen Os pisiforme und Os metacarpale III+IV inserierte, sonst aber in die Metacarpalfascie überging. Diese Muskelsehne ging proximal in einen Muskel über, der zum grössten Teile während seines Verlaufes mit dem oberflächlichen Zehenbeuger intim verbunden war. Nur in Höhe mit dem distalen Viertel des Unterarmes war der fragliche Muskel deutlich begrenzt. Der Muskel kam auch bei Cervus capreolus und C. tarandus vor. In der Literatur habe ich keinerlei Andeutung über das Vorkommen des hier zuletzt beschriebenen Muskels finden können[1]).

Bei den zuletzt genannten Tieren und bei C. dama verhielt sich M. flexor digitorum sublimis in der Hauptsache ebenso, wie bei C. alces mit Ausnahme davon, dass bei C. capreolus die Sehnen der beiden Portionen sowie bei Bos sich oberhalb der Insertion ein Stück miteinander vereinten, aber die Verbindung war hier nicht so intim wie bei diesem letztgenannten Tiere.

Windle and Parson schreiben: »In the Carmelidae, Tragulidae, Cervidae, Giraffidae and Bovidae there are only tendons for medius and annularis; in the latter family, as Lesbres (49) points out, the two fleshy ballies reunite before giving off the two tendons; but this is not the case in the Cervidae or Tragulidae.«

Reiser (65) gibt an, dass sich bei C. capreolus eine 2 cm lange Verbindung zwischen den beiden Sehnen finden soll.

M. flexor digitorum profundus entspringt bei Cervus alces mit einem ulnaren, einem radialen und einem dreigeteilten humeralen Kopfe.

Caput ulnare (M. palmaris longus) entspringt medial auf

---

1) Dieser Muskel verdient wahrscheinlich den Namen M. tensor fasciae metacarpi. Doch werde ich in einer späteren Arbeit auf diese Frage zurückkommen, und hoffe ihm dann einen phylogenetischen Namen geben zu können.

Olecranon und geht nach einem Verlaufe von 10—15 cm in eine schmale Sehne über, die gegen Carpus zwischen M. extensor carpi ulnaris und den lateralen Portionen des Caput humerale von M. flexor digitorum profundus verläuft, ebenso wie bei Bos taurus (Fig. 6, Taf. 37). Die Sehne geht unmittelbar proximal am Carpus in die einheitliche Sehne des tiefen Zehenbeugers über.

Caput radiale (M. flexor pollicis longus) ist ein schmaler langgestreckter Muskel, der nahe der medialen Kante volar auf dem Radius entspringt. Sein muskulöser Teil (15 cm lang) geht in eine schmale Sehne über, die direkt oberhalb des Carpus mit der einheitlichen Sehne zu dem tiefen Zehenbeuger verschmilzt.

Caput humerale entspringt auf Epicondylus flexorius humeri unmittelbar dorsal von dem Ursprung für den oberflächlichen Zehenbeuger. Dieser Muskel ist hier deutlich dreigeteilt und die Lage der drei Portionen zueinander gleicht denen des Pferdes (Fig. 1, Taf. 34). Man hat also auch hier eine laterale und zwei mediale Portionen. Von diesen ist die laterale relativ kräftiger und die medio-volare bedeutend schwächer als die entsprechende Portion beim Pferde. Die medio-volare Portion war ein sehr schwach entwickelter Muskel mit einem muskulösen spaltförmigen Teile von ca. 4 cm Länge und 1 cm Diameter. Der Muskel ging in eine Sehne von kaum 1 mm Breite über, die direkt über Carpus mit der Sehne der medio-dorsalen Portion verschmolz. Diese letztere Portion glich dem entsprechenden Muskel bei dem Pferde. Die Muskelportionen waren weder so zusammengewachsen, wie bei dem Pferde, noch auch von so zahlreichen Sehnensträngen durchdrungen. Die Sehnen von den beschriebenen drei Köpfen bildeten im distalen Ende auf dem Unterarm die einheitliche Sehne zu dem tiefen Zehenbeuger. Die Sehnen teilen sich oberhalb der Metacarpo-Phalangealglieder in zwei Schenkel, von denen der eine volar auf der dritten Phalange des dritten und der andere volar auf der entsprechenden Phalange der vierten Zehe inseriert, nachdem sie vorher durch

die oben erwähnten Ringe des M. flexor digit. sublimis hindurchgegangen sind.

Caput humerale war bei Cervus capreolus, dama und tarandus zweiteilig und zeigte eine mediale (radiale) kleinere und eine laterale (ulnare) grössere Portion. Im übrigen glich M. flexor digitorum profundus dieser Tiere dem oben bei C. alces beschriebenen.

Über diesen Muskel schreiben Windle and Passons (80): "Among the Cervidae, the Deer (Cervulus muntjac) had a condylar, olecranal, and radial head, while in the Brochet (Ceriacus rufus) there were: (1) condylo-ulnaris, which was the largest; (2) condylo-radialis, next in size; (3) Ulnaris from Olecranon only; and (4) radialis, smallest of all. Tendons only passed to the medius and annularis digits". Reiser (65) gibt für C. capreolus u. a. an, dass Caput humerale aus drei Portionen besteht, von denen zwei intim zusammengewachsen sind. Bei meinem Material habe ich keinerlei Grund für die letzte Behauptung finden können. Aus Obenstehendem geht indessen hervor, dass bei Cervidae sowohl eine, wie auch zwei oder drei Portionen des Caput humerale vom tiefen Zehenbeuger vorkommen können. Sehnenscheide und Schleimbeutel waren wie bei Bos taurus.

M. interflexorius Pitzorno (62) (nach einer Anzahl Forscher M. lumbricalis). Der Muskel, der in Höhe der distalen Hälfte von Carpus und des proximalen Endes von Metacarpus zwischen den Sehnen des M. flexor digitorum profundus und den tiefen Portionen des M. flexor digitorum sublimis verläuft, kommt bei sämtlichen Tieren vor, war aber individuell sehr verschieden kräftig entwickelt.

Nerven.

Zur Vornahme von Segmentaluntersuchungen von N. medianus und N. ulnaris mit Muskelästen hatte ich nur bei Cervus tarandus (junges Tier) Gelegenheit.

Cervus tarandus.

Plexus brachialis wird von den ventralen Stämmen aus der 6., 7., 8. C. W. und der 1. Th. W. gebildet.

N. musculo-cutaneus (mit dazugehörendem N. cutaneus antebr. lateral.) kommt von der 6., 7. und 8. C. W. Der Stamm von der 7. C. W. ist am kräftigsten, am wenigsten stark ist der von der 6. C. W. Diese beiden Stämme sind mit dem lateral von A. axillaris gehenden Teile von Ansa axillaris zusammengewachsen. Der von der 8. C. W. kommende Nervenstamm ist mit medial von A. axillaris gehenden Teilen von Ansa axillaris zusammengewachsen. Ein Teil der motorischen Fäden des Nerven verlässt den Medianus im distalen Ende von Ansa axillaris, der sensible Teil (N. cutaneus antebr. lat.) und motorische Fäden zu M. brachialis aber verlassen den Medianus in Höhe des distalen Drittels von Brachium.

N. medianus kommt von der 7. und 8. C. W. und der 1. Th. W. Am kleinsten ist der von der 7. C. W. Die von der 8. C. W. und der 1. Th. W. kommenden Teile gehen medial, die von der 7. C. W. lateral um A. axillaris und wachsen direkt unterhalb der Arterie zusammen. Dadurch bildet sich um das Gefäss eine dorsal geöffnete Schlinge = Ansa axillaris.

Der Verlauf des Nerven in dem Ober- und Unterarm und seine Verteilung direkt oberhalb Carpus stimmt in der Hauptsache mit der untenstehenden Beschreibung von Bos taurus überein.

Muskeläste gehen ab zu:

M. pronator teres, der einen Ast erhält $\frac{0,5,4}{2+2}$. Die Zweige desselben treten proximal und dorsal in den Muskel ein.

Kolster (45) schreibt über die Innervierungen von M. pronator teres bei Cervus tarandus: „Der Nervus medianus läuft über den Humerus herab und tritt unter den M. pronator

teres. Ob derselbe diesem noch einen Ast abgab, blieb unentschieden."

M. flexor carpi radialis, welcher einen oder zwei Äste erhält $\frac{1,6/7}{0,5+1,5} - \frac{1,1/6}{i+1,5} + \frac{0,6/3}{0,5+2}$; die Zweige treten dorsolateral in den Muskel ein.

M. flexor digitorum sublimis, der einen Ast erhält $\frac{1,5/5}{i+4,5}$; derselbe geht dorso-lateral in den Muskel. Die dorsale Portion des Muskels erhält noch einen Ast $\frac{0,3/5}{13+14}$; die Zweige treten medial in den Muskel ein.

M. flexor pollicis longus, welcher einen Ast erhält $\frac{0,2/2}{0,5+4}$; die Zweige treten volar ein.

Medialen Portion von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus, der einen Ast erhält $\frac{0,9/8}{i+2,5}$; die Zweige treten medial ein.

Lateralen Portion von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus, der einen Ast erhält $\frac{0,7/5}{i+3}$; die Zweige treten medial ein.

M. interflexorius, welcher zwei oder mehrere Äste erhält $\frac{0,2/2}{14+14,5} + \frac{0,3/4}{14+15}$; die Zweige treten medial in den Muskel ein.

N. interosseus antebr. verzweigt sich im Spatium inteross. antebrach.

Cervus alces.

N. medianus verläuft im Verhältnis zu Gefässen und Muskeln in der Hauptsache so, wie oben beim Pferde beschrieben wurde.

Muskeläste gehen ab zu:

M. pronator teres, der gewöhnlich nur einen Ast erhält

$\frac{1,2/3}{3+3,5} - \frac{1,3/2}{5+3}$; die Zweige treten in den Muskel lateral auf dem proximalen Drittel ein.

M. flexor carpi radialis, der gewöhnlich drei Äste erhält $\frac{1,5/2}{1,5+2,5} + \frac{1,7/1}{2,5+3} + \frac{1,2/1}{5,5+6} - \frac{1,5/1}{0,8+3,5} + \frac{1,7/3}{2,5+8} + \frac{0,7/1}{13+15,5}$; die Zweige treten dorsal in den Muskel ein.

M. flexor digitorum sublimis, der in der Regel nur einen Ast erhält $\frac{3,5/5}{4,5+8} - \frac{2,9/3}{3,5+10}$. Die Zweige treten dorsal in den Muskel ein. Ausserdem in Übereinstimmung mit dem Verhalten bei Bos (Fig. 7, Taf. 38) ein Ast, der nur zur dorsalen Portion geht $\frac{0,5/2}{50+52}$; die Zweige treten medial ein. Vom Nervenstamme geht 4—6 cm unter der Ellbogengelenkfläche ein 4 mm breiter Ast, der sich teilt in N. interosseus antebrach. und in einen Ast zu

M. flexor pollicis longus $\frac{1/3}{4,5+10} - \frac{1,5/3}{6+13}$; die Zweige treten in den Muskel auf der volaren Seite ein.

N. interosseus antebrachii, der in Spatium interosseum antebrach. eintrat, sich dort und im Periost der lateralen Seite von Ulna und Radius verzweigte, aber nicht bis in die Streckmuskeln verfolgt werden konnte.

Caput humerale von M. flexor digitorum profundus:

Medio-dorsalen Portion $\frac{3,5\ 4}{3,5-8,5} - \frac{2,5/2}{4,5+8,5}$; die Zweige traten in den Muskel dorsal ein.

Medio-volaren Portion $\frac{0,5/3}{3,5+4} - \frac{0,4/3}{4,5+5}$; die Zweige traten medial in den Muskel ein.

Lateralen Portion $\frac{3/4}{4,5+9} - \frac{3/6}{3,6+9,5}$; die Zweige traten medial in den Muskel ein.

M. interflexorius, der gewöhnlich zwei Äste erhielt $\frac{1/3}{51+54} + \frac{1/2}{54+56} - \frac{2/5}{48+53}$; die Zweige traten medial in den Muskel ein.

Cervus capreolus.

N. medianus verlief und verteilte sich in der Hauptsache so, wie untenstehend bei Bos taurus beschrieben werden wird.

Muskeläste gingen ab zu:

M. pronator teres, der gewöhnlich nur einen Ast erhielt $\frac{0,5/1}{0,5+i} - \frac{0,4/4}{2+1}$; die Zweige traten dorso-lateral in den Muskel ein.

Kolster (44) schreibt über Innervierungen von M. pronator teres bei Cervus capreolus: „Der Nervus medianus läuft über den Humerus herab und gibt, noch ziemlich weit vom M. pronator teres entfernt, einen langen Ast ab, der in drei Teile zerfällt, welche in den mittleren Teil des Muskels eintreten."

M. flexor carpi radialis, der meistens zwei Äste erhielt $\frac{0,4/2}{1+0,5} + \frac{0,5/2}{i+1,5}$; Extreme $\frac{2/3}{0,5+1} - \frac{0,7/2}{i+1} + \frac{0,1/1}{1+2}$. Die Zweige traten dorsal auf das proximale Drittel in den Muskel ein.

M. flexor digitorum sublimis erhielt gewöhnlich nur einen Ast $\frac{1,1/4}{i+3,4}$; die Extreme $\frac{1/4}{i+3} - \frac{1,5/3}{1+3}$; die Zweige traten in den Muskel auf der dorso-medialen Kante ein, ungefähr mitten auf das proximale Drittel von dem muskulösen Teile des Muskels.

Medialen Portion von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus, die gewöhnlich nur einen Ast erhielt $\frac{0,8/4}{i+2,5}$; die Extreme $\frac{0,5/3}{i+3,5} - \frac{1/2}{1+3,5}$. Die Zweige traten an der medio-volaren Seite zwischen erstem und zweitem Drittel des muskulösen Muskelteiles ein.

Lateralen Portion von Caput humerale des M. flexor

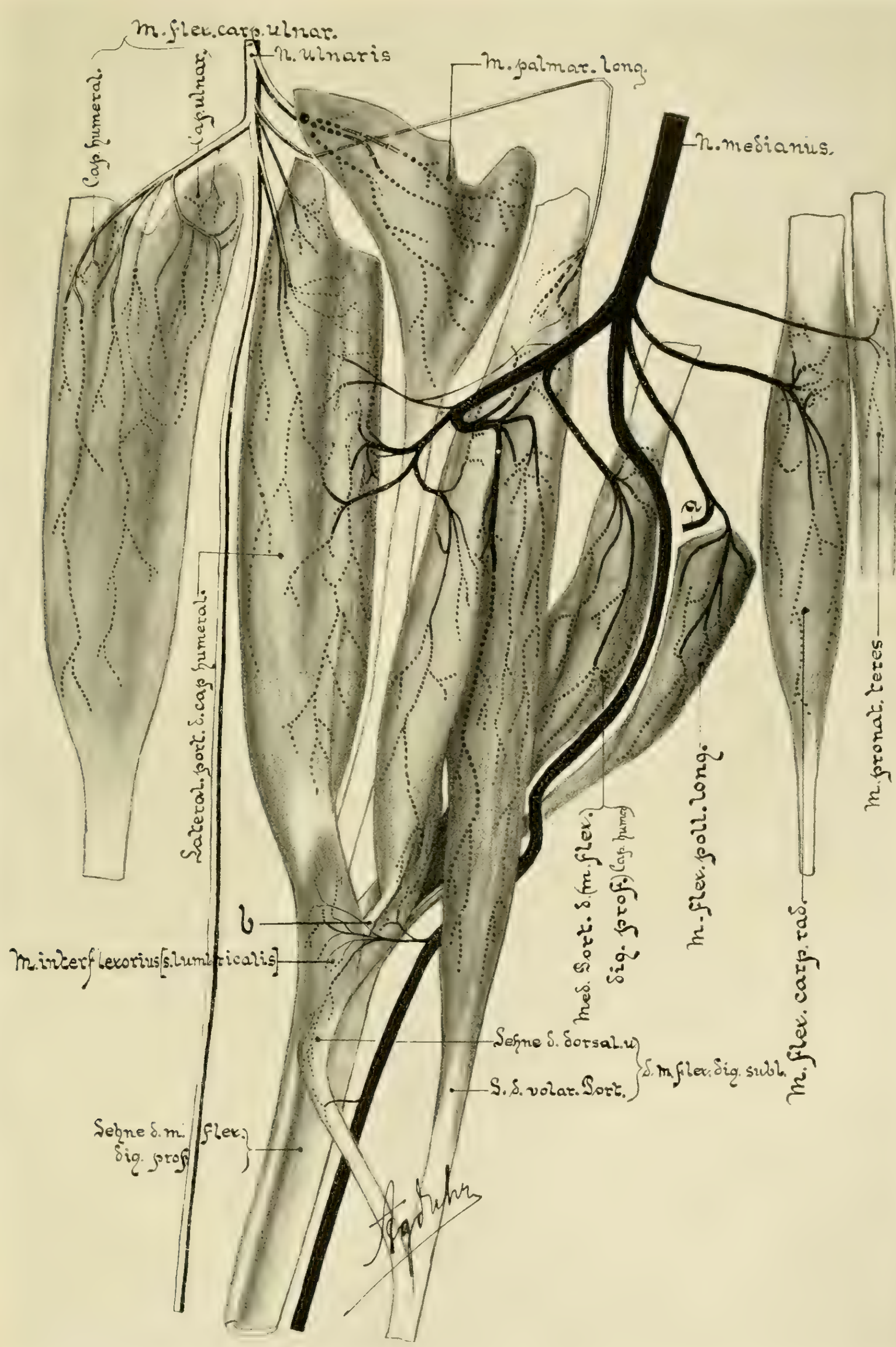


Fig. 7.

Beugemuskeln des Vorderarmes bei Bos taurus mit Darstellung des Nerveneintritts in die Muskeln, des Verlaufs der intramuskulären Nervenzweige und ihrer Anastomen.

a) N. interosseus antebrachii. b) Muskulo-tendinöse Verbindung zwischen der dorsalen (muskulösen) Portion des M flexor digitorum sublimis und der Insertionssehne des M. flexor digitorum profundus.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

digitorum profundus, die gewöhnlich nur einen Ast erhielt $\frac{0,5/2}{1+6,5}$; die Extreme $\frac{0,4/2}{1+5,5}-\frac{0,7/3}{1+5,5}$; die Zweige traten in den Muskel auf der medio-volaren Seite ein.

Ein Nervenstamm geht vom Medianus gewöhnlich 1—2 cm unter der Ellbogengelenkfläche ab und verläuft gegen Spatium interosseum antebrachii, wo er sich in zwei Teile verteilt, nämlich in N. interosseus antebrachii und in den Ast zu M. flexor pollicis longus.

M. flexor pollicis longus, der in der Regel nur den genannten Ast erhält $\frac{0,4/2}{2+6}$; die Extreme $\frac{0,3/2}{1+4,5}-\frac{0,6/5}{1,5+6}$; die Zweige treten volar in den Muskel ein.

N. interosseus antebrachii tritt in Spatium interoseum antebrachii ein und verzweigt sich hier und auf der Lateralseite von Antebrachium; kein Zweig konnte in die Streckmuskeln verfolgt werden.

M. interflexorius, der gewöhnlich zwei Äste erhält $\frac{0,4/2}{18+22}+\frac{0,5/4}{17+19}$; die Zweige treten medial ein.

Cervus dama.

Das Material für die ausgeführten Untersuchungen bestand aus einem ausgetragenen, totgeborenen Fötus und einem ca. 2 Monate alten Tiere.

N. medianus verlief in der Hauptsache so wie bei Bos taurus.

Muskeläste gingen ab zu:

M. pronator teres, der regelmässig nur einen Ast erhielt [1] $\frac{0,1/2}{1+0,5}-\frac{0,2/3}{1+1}$; die Zweige traten dorso-lateral in den Muskel ein.

[1]) Der erste Bruch gibt das Verhalten in der rechten Extremität des ausgetragenen Fötus an, der zweite das des ca. 2 Monate alten Tieres.

M. flexor carpi radialis, der gewöhnlich nur einen Ast erhielt $\frac{0,5/2}{i+2,5}-\frac{0,6/4}{1+3}$; die Zweige traten dorsal und proximal in den Muskel ein.

M. flexor digitorum sublimis, der in der Regel nur einen Ast erhielt; $\frac{1/7}{1+2,5}-\frac{1,2/5}{i+3}$; die Zweige traten dorsal-medial in den Muskel ein.

Lateralen Portionen von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus; gewöhnlich $\frac{0,5/2}{1+3}-\frac{0,7/3}{2+3,5}$; die Zweige traten medio-volar in den Muskel ein.

Medialen Portionen von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus, gewöhnlich $\frac{0,5/4}{i+3}-\frac{0,7/2}{2+4}$; die Zweige traten medio-volar in den Muskel ein.

M. flexor pollicis longus, gewöhnlich $\frac{0,1/2}{1+5}-\frac{0,2/4}{2+6}$; die Zweige traten volar in den Muskel ein.

Gemeinsam mit dem zuletzt beschriebenen Nervenast ging vom Hauptstamm des Medianus N. interosseus antebr., der sich im Spatium interosseum antebr. verzweigte. Irgendwelche Nervenzweige dieses Astes zu den Streckmuskeln konnte ich nicht finden.

M. interflexorius, der gewöhnlich zwei Äste erhielt $\frac{0,2/4}{10+18}+\frac{0,1/2}{12+17}-\frac{0,1/3}{7+16}+\frac{0,3/2}{10+17}$; die Zweige traten medial in den Muskel ein.

Cervus tarandus.

N. ulnaris kommt bei Cervus tarandus von der 8. C. W. und der 1. Th. W. Der von der 8. C. W. kommende Stamm ist der kräftigste. Sein Hautnerv: N. cutaneus antebrachii medialis kommt von der 1. Th. W. und läuft zusammengewachsen mit Ulnaris zum distalen Drittel des Oberarmes.

N. ulnaris läuft im Verhältnis zu Gefässen und Muskeln in der Hauptsache so, wie unten bei Bos taurus beschrieben wird. Dasselbe gilt auch bei seiner Verteilung unmittelbar oberhalb Carpus.

Muskeläste gehen zu:

M. palmaris longus, der einen Ast erhält $\frac{0,5/3}{2,4+2} - \frac{0,6/3}{2,2+2}$; die Zweige treten in den Muskel dorso-medial ein.

M. flexor carpi ulnaris;

Caput ulnare	$\frac{0,6/2}{2+0,5} - \frac{0,5/5}{2,5+0,5}$	Die Zweige treten lateral in den Muskel ein.
Caput humerale	$\frac{1/4}{2,2+1,5} - \frac{1/4}{2+1}$	

Lateralen Portion von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus, der gewöhnlich nur einen Ast erhält $\frac{1,1/3}{1+1} - \frac{1,2/3}{2+1,5}$; die Zweige gehen in den Muskel latero-volar ein.

Cervus alces.

N. ulnaris geht in der proximalen Hälfte des Brachium caudal von und neben N. medianus, der sich später von diesem Nerv trennt; ungefähr in der Mitte von Brachium kreuzt er A. und V. collateralis ulnaris medial; eine Handbreit oberhalb der Ellbogengelenkfläche setzt er sich vor und zusammen mit diesen Gefässen fort (in der Ordnung n., a., v., von der Dorsalseite aus) unter Caput ulnare des M. flexor carpi ulnaris, verläuft darauf zwischen den volaren Kanten des M. flexor und extensor carpi ulnaris gegen Carpus; unmittelbar oberhalb davon teilt sich der Nerv in der gewöhnlichen Weise.

Muskeläste gehen ab zu:

M. palmaris longus, der gewöhnlich nur einen Ast erhält $\frac{1/1}{1+1} - \frac{1,2/3}{2+3}$; die Zweige treten medio-dorsal ein. Eigen-

tümlich war hier, dass die Nervenäste vom Hauptstamme des Nerven, wie die Zahlen angeben, unterhalb der Stelle abgingen, wo sie ihre Zweige in den Muskel schickten.

M. flexor carpi ulnaris:

Caput humerale erhielt gewöhnlich nur einen Ast $\frac{3/4}{0,8+3,5} - \frac{3/4}{2+3}$; die Zweige traten latero-proximal in den Muskel ein.

Caput ulnare, der gewöhnlich nur einen Ast erhielt $\frac{2/5}{2+2} - \frac{2/3}{0,4+2,5}$; die Zweige traten lateral in den Muskel ein.

Lateralen Portion von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus, der in der Regel nur einen Ast erhält $\frac{1,8/4}{2+4} - \frac{3/4}{1+4,5}$; die Zweige treten medial in den Muskel ein.

Cervus capreolus.

N. ulnaris verlief in der Hauptsache so, wie oben bei C. alces beschrieben wurde.

Muskeläste gingen ab zu:

M. palmaris longus, der gewöhnlich nur einen Ast erhielt $\frac{0,9/4}{1,5+1,5}$; die Extreme $\frac{0,8/1}{1+1} - \frac{1,2/3}{1,2+1}$; die Zweige traten dorso-medial in den Muskel ein.

M. flexor carpi ulnaris:

Caput humerale erhielt gewöhnlich nur einen Ast $\frac{0,9/5}{1,5+2}$; die Extreme $\frac{0,8/4}{1,5+1} - \frac{1,5/3}{1+3}$; die Zweige traten proximal auf der dorso-lateralen Seite ein.

Caput ulnare erhielt gewöhnlich nur einen Ast $\frac{0,5/5}{1+1}$; die Extreme $\frac{0,4/6}{1,5+0,5} - \frac{0,7/3}{1+1}$; die Zweige traten dorso-lateral in den Muskel ein.

M. flexor digitorum sublimis, der einen bis zwei Äste erhielt $\frac{0,5/3}{0,5+1}$; die Extreme $\frac{0,2/1}{0,5+0,5}-\frac{0,2/1}{i+i}-\frac{0,4/2}{1+1}$; die Zweige traten proximal und volar in den Muskel ein.

Lateralen Portion von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus, die gewöhnlich nur einen Ast erhielt $\frac{1/3}{1+2,5}$, die Extreme $\frac{0,9/4}{1,5+3}-\frac{1,1/3}{1+2,5}$; die Zweige gingen in den Muskel proximal und latero-volar.

Cervus dama.

N. ulnaris verlief in der Hauptsache so, wie oben bei C. alces beschrieben wurde.

Muskeläste gingen ab zu:

M. palmaris longus, der einen Ast erhielt $\frac{0,2/2}{1+0,2}$ — $\frac{0,5/3}{0,5+0,4}$; die Zweige traten medio-dorsal in den Muskel ein.

M. flexor carpi ulnaris:

Caput humerale, der einen Ast erhielt $\frac{0,4/2}{1,5+i}-\frac{0,5/2}{1+1}$; die Zweige traten lateral in den Muskel ein.

Caput ulnare, der einen Ast erhielt $\frac{0,1/2}{1+i}-\frac{0,3/2}{1+0,5}$; die Zweige traten in den Muskel lateral ein.

Lateralen Portion von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus, der nur einen Ast erhielt $\frac{0,3/2}{1+1}-\frac{0,5/2}{i+1,5}$; die Zweige traten proximal und medial in den Muskel ein.

Das Segmentalverhältnis der Muskelnervenäste bei Cervus tarandus.

Nervenäste zu:

M. pronator teres kommen von der	7. C. W.
M. flexor carpi radialis kommen von der . , ...	7. C. W. und 8. C. W.
M. flexor digitorum sublimis kommen von der	8. C. W. „ 1. Th. W.
M. flexor pollicis longus kommen von der	8. C. W.
Caput humerale des M. flexor digitorum profundus:	
der medialen Portion kommen von dei	8. C. W,
der lateralen Portion kommen von der	8. C. W. und 1. Th. W.
M. palmaris longus kommen von der	8. C. W. „ (1. Th. W.)
M. flexor carpi ulnaris kommen von der	8. C. W. „ 1. Th. W.
M. interflexorius kommen von der	8. C. W.

Aus Obenstehendem geht hervor, dass Doppelinnervierungen der lateralen Portion des Caput humerale des M. flexor digitorum profundus durch Medianus und Ulnaris konstant vorkamen bei den von mir untersuchten Tieren von Cervidae. Doppelinnervierungen des M. flexor digitorum sublimis sind dagegen nur bei Cervus capreolus aufgetreten.

Die intramuskuläre Ausbreitung der Nervenzweige stimmte in der Hauptsache mit den Verhältnissen bei Bos taurus (Fig. 7, Taf. 38) überein, mit Ausnahme des M. flexor digitorum sublimis bei C. alces, tarandus und dama, wo die Zweige vom Medianus in dasjenige Muskelgebiet stiegen, das sonst bei Doppelinnervierungen von Zweigen des N. ulnaris eingenommen zu werden pflegt.

Intramuskuläre Anastomosen zwischen Medianus und Ulnaris sind mir gelungen in der lateralen Portion von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus bei C. alces und dama in 50 % aller Fälle und bei C. capreolus in 25 % aller Fälle, in

M. flexor digitorum sublimis bei C. capreolus in 25 % aller Fälle nachzuweisen.

Die einzigen Angaben in der Literatur über Innervierungen der fraglichen Muskulatur bei Cervidae, die ich finden konnte, berühren die von mir untersuchten Arten nicht. Diese Mitteilungen finden sich bei Windle and Parsons (80), wo wir lesen:

M. pronator teres — — — — —

M. flexor carpi radialis "The nerve-supply in the — — — — — Brochet (Cariacus rufus) — — — — — — is the median."

M. flexor digitorum sublimis "The nerve-supply is the median."

M. flexor carpi ulnaris — — — — — —.

M. flexor digitorum profundus: "We are able to give the following detail of the nerve supply — — — — — — — — — — — In the Brochet (Cariacus rufus) the condylo-radialis and radialis are supplied by the median, the ulnaris by the ulnar, and the condylo ulnaris by the median and ulnar."

Bovidae.

Bos taurus.

Das Material zu den Untersuchungen lieferten, wie oben erwähnt, ca. 100 Extremitäten. Diese rührten von etwas mehr als 30 Stück Fötus in der Länge zwischen 30 und 88 cm her (gemessen von Proc. zygomaticus des Os frontale bis Tuber ischiadicum), 12 Stück Kälbern im Alter von 1/2 bis 3 Monaten und von 8 Stück erwachsenen Tieren.

Muskulatur.

M. pronator teres wird von Kolster (45) sowohl bei dem Fötus wie bei dem neugeborenen Tiere beschrieben. Von

dem neugeborenen Tiere schreibt der genannte Verfasser: „Der M. pronator teres ist von den Flexoren vollständig getrennt. Derselbe entspringt am Condylus internus humeri von dessen oberen Teil, tritt nicht auf die Gelenkkapsel über und bezieht keinen Ursprung von der Ulna. Der Anfang derselben ist schmal und strangförmig, nach unten zu verbreitert er sich allmählich. Er besteht zum grössten Teil aus Bindegewebe, weist aber doch recht viel muskulöse Elemente auf, die besonders gut bei Einschnitten in ihn zum Vorschein kommen. Der distale Teil, welcher aus einer dünnen flachen Sehne besteht, beginnt seine Insertion am Ende des zweiten Viertels und reicht bis zum letzten Viertel des Radius herab.“

Weder beim Fötus noch beim erwachsenen Tier wird von ihm irgendwie auf einen ulnaren oder auf mehr als einen humeralen Ursprung des fraglichen Muskels hingewiesen.

Bei dem von mir untersuchten Material hatte M. pronator teres sowohl beim Fötus, wie auch bei dem jungen und erwachsenen Tiere regelmässig zwei Ursprünge, beide gewöhnlich nur vom Condylus medialis humeri. Von den beiden Ursprüngen lag der eine medio-volar und der andere latero-dorsal von den zwischen ihnen hindurchgehenden N. medianus, A. mediana und V. mediano-radialis. Der medio-volare Ursprung wird gewöhnlich dort muskulös, wo er sich mit dem latero-dorsalen vereinigt und ist meistens nicht mit der Gelenkkapsel verbunden. Der latero-dorsale Ursprung beginnt auf Condylus med. humeri lateral von Gefässen und Nerv und dorsal von den medio-volaren, geht intim verbunden mit der Gelenkkapsel dorsal von Gefässen und Nerv, wo er sich mit dem gewöhnlich kräftig muskulösen medio-volaren Ursprunge verbindet. Beim Fötus habe ich in der Regel Muskelfäden auch im distalen Ende des dorso-lateralen Ursprunges gefunden, beim erwachsenen Tiere jedoch war dieser Ursprung rein sehnig, 2—4 mm breit und 1/2—1 mm dick.

Von dem latero-dorsalen Ursprunge konnte ich in einigen Fällen fibröse Stränge hinunter gegen Proc. coronoideus ulnae medialis verfolgen. Diese fibrösen Stränge lagen intim verbunden mit der Gelenkkapsel und konnten übereinstimmend mit dem oben bei Cervus capreolus Angeführten mit Sicherheit als Beweis dafür angesehen werden, dass diese dorso-laterale Portion im Laufe der Zeit von der Proc. coronoid. ulnae med. hinauf zum Humerus gewandert ist. Der Muskel inseriert medial auf das mittelste Drittel von Radius. Die Stärke der muskulösen Teile dieses Muskels variierte bei dem untersuchten Material bedeutend.

M. extensor und flexor carpi ulnaris, ebenso M. flexor carpi radialis gleichen in allem Wesentlichen den resp. Muskeln bei Equus caballus.

M. flexor digitorum sublimis teilt sich in der Mitte des Unterarms in eine dorsale und volare Portion. Diese gehen unmittelbar oberhalb Carpus in Sehnen über und passieren, die erstere dorsal und die letztere volar von Ligamentum carpi transversum. Die beiden Sehnen verschmelzen in der Mitte von Metacarpus miteinander, um sich bald wieder in zwei Sehnen zu teilen, von denen die eine auf die zweite Phalange der dritten und die andere auf die zweite Phalange der vierten Zehe inseriert; vorher bilden sie zusammen mit zwei Schenkeln von der oberflächlichen Schicht des M. interosseus in Höhe mit dem Metacarpo-Phalangealgelenk eine Scheide um jeden der zwei Schenkel des tiefen Zehenbeugers.

Von dem muskulösen Teile der dorsalen Portion geht distal ein Sehnenschenkel ab, der mit der Sehne des tiefen Zehenbeugers zusammenschmilzt. Dieser Sehnenschenkel geht proximal in einen Muskel über. Agduhr (2, p. 308 u. 309). In Höhe von Carpus geht zwischen der Sehne der dorsalen Portion von M. flexor digitorum sublimis und der Sehne des M. flexor digitorum profundus ein Muskel, der von mehreren Forschern,

u. a. von Ellenberger und Baum, Martin (26, 51) als M. lumbricalis beschrieben wird, der jedoch, nach allem zu urteilen, zu M. interflexorius zu rechnen ist. Pitzorno (62)[1].

M. flexor digitorum profundus hat hier ebenso wie beim Pferde einen dreifachen Ursprung, einen von Condylus flexorius humeri: Caput humerale; einen von Radius: Caput radiale (M. flexor pollicis longus), einen von Ulna: Caput ulnare (M. palmaris longus). Caput humerale soll nach Ellenberg und Baum, Martin, Sussdorf u. a. (26, 51, 74) dreigeteilt sein wie beim Pferde. Nach Angaben von Windle and Parsons (80) sollen bei Bovidae entweder ein oder zwei Condylen sowie auch ein radialer und ein ulnarer Ursprung bei diesem Muskel vorkommen. Die in diesem Zusammenhang erwähnten Arten sind Bos taurus, R. C. S. Museum und auch Angaben bei Bronn (17); Ovibos moschatus, Angaben bei Bell (8); Ovis aries, Angaben bei Bronn (17); Ovis aries (Syrian Sheep).

Bei keiner der von mir untersuchten Extremitäten von Bos taurus ist irgendwelche Andeutung einer Dreiteilung des Caput humerale vorgekommen, sondern dasselbe hat konstant aus nur zwei Portionen bestanden. Von diesen beiden Portionen liegt die eine dorso-medial und die andere volar und lateral (Fig. 6, Taf. 37). M. flexor pollicis longus ist konstant vorgekommen und war mehr oder weniger muskulös. Caput ulnare (M. palmaris longus) unterscheidet sich von dem des Pferdes u. a. durch seine Lage (Fig. 6, Taf. 37)[2].

Nerven.

Den Plexus brachialis betreffend, geben die citierten Verf. (19, 26, 30, 39, 51, 58) an, dass ein Nervenstamm des Plexus

[1]) Der entsprechende Muskel beim Schwein wird näher behandelt in meiner Arbeit: „Beitrag zur Kenntnis der volaren Muskulatur am Vorderarm des Schweines.“

[2]) Nähere Details über diese Muskulatur finden sich bei Chauveau et Arloing, Ellenberger und Baum, Martin und Sussdorf, (19, 26, 51, 74).

brachialis vom zweiten Thoracalsegment, wie er sich beispielsweise beim Pferde findet, dem Rindvieh fehlen soll. Hiermit haben die genannten Verf. auch hervorgehoben, dass N. medianus oder N. ulnaris bei diesen Tieren nicht von der 2. Th. W. kommen können. Über den hinteren Teil von Plexus brachialis bei u. a. Bovidae schreibt Todd (77, p. 142) betreffs Ovis aries, dass ein Nervenstamm von dem 2. Thoracalsegment fehlt. Noch andere Angaben als das Fehlen des fraglichen Nervenstammes von dem 2. Thoracalsegment bei Bos taurus habe ich in der Literatur nicht finden können. Ebensowenig ist es mir gelungen, für diese Tiere irgendwelche ausführlichen Angaben darüber zu finden, welche Muskeln Medianus und Ulnaris innervieren und welches die Segmentalverhältnisse der Nerven und Muskeln waren.

An dem von mir untersuchten Material von Bos taurus ist in der Regel ein Ast des Plexus brachialis von dem 2. Thoracalsegment vorgekommen[1]). Plexus brachialis wird von den ventralen Stämmen der 6., 7., 8. C. W. und der 1., 2. Th. W. gebildet. Von diesen ist der von der 2. Th. W. kommende Stamm am kleinsten; er misst beim erwachsenen Tier 1,5—3 mm in der Breite.

N. musculo-cutaneus (incl. N. cutaneus antebrachii lateralis) wird von dem Nervenstamme der 6. u. 7. C. W. (inkonstant 8. C. W.) gebildet. Von ihnen ist der von der 6. und 7. C. W. mit dem lateral von A. axillaris gehenden Teile des N. medianus verbunden. Der von der 8. C. W. kommende inkonstante Teil ist dagegen mit dem medial von A. axillaris liegenden Teile des Medianus verbunden. Ein Teil motorischer Fäden des Nerven, der gewöhnlich allein in den Handbüchern der Anatomie unter dem Namen N. musculo-cutaneus auftritt, verlässt Medianus im distalen Ende von Ansa axillaris, während

[1]) Eine nähere Beschreibung dieser Segmentalwurzel des plexus brachialis soll eine besondere Abhandlung geben.

dessen sensibler Teil und motorische Fäden zu M. brachialis den Medianus erst unterhalb der Oberarmmitte verlassen.

M. medianus kommt von der 7. und 8. C. W. und der 1. Th. W. Am kräftigsten ist der Stamm von der 8. C. W., ihm am nächsten steht der von der 7. C. W., am schwächsten ist der von der 1. Th. W. kommende Stamm. Der Nervenstamm von der 7. C. W. geht verbunden mit N. musculocutaneus lateral von A. axillaris. Nervenstämme von der 8. C. W. und von der 1. Th. W. gehen miteinander verwachsen medial von A. axillaris und verbinden sich gleich unter dieser Arterie mit dem von der 7. C. W. kommenden Stamme. Eine dorsal geschlossene Schlinge um A. axillaris in Übereinstimmung mit dem Verhältnisse beim Pferde bildet N. medianus bei diesem Tiere also nicht, sondern Ansa axillaris wird hier offen dorsal, oder, wenn man will, indirekt geschlossen durch N. radialis. Mit beiden Schenkeln der Ansa axillaris sind die Nervenäste der Pectoralmuskeln ein Stück dorsal verbunden, ausserdem noch mit dem medialen Schenkel auch N. ulnaris. N. medianus liegt in dem Oberarme cranial von A. brachialis; neben dessen distalen Ende geht der Nerv auf die mediale Seite der Arterie über, und tritt zusammen mit ihr und einem Stamme von Vena mediano-radialis zwischen die beiden Ursprünge des M. pronator teres. Hier liegt der Nerv volar von A. mediana, um danach auf die laterale Seite derselben überzugehen. Unmittelbar oberhalb Carpus teilt sich der Nerv in einen medialen und einen lateralen Ast.

Muskeläste gehen ab zu:

M. pronator teres, der in der Regel nur einen Ast erhält; gewöhnlich $\frac{1/2}{2+2}$[1], Extreme $\frac{0,8/2}{0,2+2} - \frac{2/3}{2,5+3,5}$; die Zweige treten in den Muskel proximal auf der dorso-lateralen Kante ein.

[1]) Die Bruchziffern geben die Masse für das Verhältnis bei dem erwachsenen Tiere an.

M. flexor carpi radialis, der gewöhnlich nur einen Ast erhält, doch kommen hier zuweilen auch zwei Äste vor; gewöhnlich $\frac{2/8}{0,5+3}$; Extreme $\frac{2/4}{2+4} - \frac{1/2}{2+3} + \frac{2,5/3}{1+4,5}$; die Zweige treten in den Muskel proximal und latero-dorsal ein. Dieser Nervenast geht einheitlich vom Nerven ab, oder, was der gewöhnliche Fall ist, zusammen mit Nervenästen des M. flexor digitorum sublimis und dem Caput humerale von M. flexor digitorum profundus.

Zusammen mit diesem Nervenstamm gehen vom Medianus zuweilen auch N. interosseus antebrachii und der Nerv des M. flexor pollicis longus ab.

M. flexor digitorum sublimis, der in der Regel vom Medianus zwei Nervenäste erhält. Von diesen tritt der eine proximal und der andere distal in den Muskel ein. Der distale Ast verbreitet sich nur im distalen Teile der (tiefen) dorsalen Portion, während sich der proximale Ast in grösseren Teilen beider Portionen ausbreitet (Fig. 7, Taf. 38). Der proximale Ast kann durch $\frac{2,8/3}{1+7}$ bezeichnet werden, die Extreme $\frac{2,5/8}{1+5} - \frac{4/11}{1,2+7}$; die Zweige treten dorsal in den Muskel ein. Der distale Ast ist in der Regel vorgekommen und gewöhnlich vom Nervenstamme mit dem proximalen Nervenaste des M. interflexorius verbunden abgegangen. Man kann ihn gewöhnlich als $\frac{1/2}{23+24}$ bezeichnen; die Extreme $\frac{0,5/3}{24+24} - \frac{1,2/3}{25+24}$; die Zweige treten in den Muskel medial ein und breiten sich nur im distalen Teile der dorsalen (tiefen) Portion aus.

Medialen Portion von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus, der in der Regel nur einen Ast erhält; gewöhnlich $\frac{2,5/8}{1+5}$; die Extreme $\frac{2/6}{1+6} - \frac{2,8/5}{1,2+3}$; die Zweige treten auf der dorso-medialen Kante in den Muskel ein.

Lateralen Portion von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus, der in der Regel nur einen Ast erhält; gewöhnlich $\frac{3,5/5}{1,2+5,5}$; die Extreme $\frac{2,8/8}{1+2,5}-\frac{4/11}{1+8}$; die Zweige treten dorso-medial ein.

M. flexor pollicis longus, der gewöhnlich nur einen Nervenast erhält, der den Medianus gemeinsam mit N. interosseus antebrachii verlässt und sich von diesem beim Spatium interosseum antebrachii trennt. Die Verhältnisse des Nerven können gewöhnlich durch $\frac{1.5/4}{1,5+7,5}$ ausgedrückt werden; die Extreme $\frac{1/2}{0,4+8}-\frac{2,5/5}{2,3+8}$; die Zweige treten volar in den Muskel ein.

M. interflexorius, der meistens zwei, zuweilen drei Äste erhält; gewöhnlich $\frac{1/7}{29+29}+\frac{0,5/4}{25+26}$; die Extreme $\frac{0,5/2}{18+19,5}-\frac{0.5/1}{21+21}+\frac{0.5/1}{20+21}+\frac{0,5/1}{29+29}$; die Zweige treten medial in den Muskel ein. Einer derselben ist bei seinem Abgange vom Medianus in der Regel mit dem distalen Nervenaste der (tiefen) dorsalen Portion des M. flexor digitorum sublimis verbunden.

N. interosseus antebrachii verlässt den Medianus in der Regel unter der Ellbogengelenkfläche gemeinsam mit dem Nerven des M. flexor pollicis longus. Diese können auch verbunden sein mit Nervenästen zu M. flexor digitorum sublimis und zu Caput humerale des M. flexor digitorum profundus. Der Nerv tritt in das Spatium interosseum antebrachii, wo er sich gewöhnlich verzweigt, setzt sich jedoch zuweilen auf der Lateralseite des Unterarmknochen fort und breitet sich hier im Periost aus. In keinem Falle habe ich den Nerv mit Sicherheit bis in die Streckmuskeln verfolgen können.

Ebensowenig liess kein Experiment darauf schliessen, dass der Nerv motorische Fäden für die Streckmuskeln enthielt. Der gewöhnliche intramuskuläre Verlauf der Nervenzweige geht aus Fig. 7, Taf. 38 hervor.

Ausser den oben beschriebenen Muskelästen gibt der Nerv gewöhnlich mehrere Äste zu den naheliegenden Gefässen und auch gewöhnlich einen, zuweilen zwei Äste zum Ellbogengelenk ab.

Segmentaluntersuchung.

Die Untersuchung nach oben angegebener Methode über die Segmentalursprünge der verschiedenen Muskeläste hat als Resultat ergeben, dass die Äste zu:

M. flexor carpi radialis von der 8. C. W. und der 1. Th. W. kommen,

M. flexor digitorum sublimis von der 8. C. W. und der 1. Th. W. kommen,

M. flexor pollicis longus von der 7. C. W. und der 8. C. W. kommen,

Caput humerale des M. flexor dig. prof. von der 8. C. W. und 1. Th. W. kommen,

M. pronator teres von der (7. C. W.) und 8. C. W. kommen,

M. interflexorius von der 8. C. W. kommen.

N. ulnaris kommt regelmässig von der 8. C. W., 1. und 2. Th. W. Der von der 1. Th. W. kommende Stamm ist am kräftigsten; ihm am nächsten steht der von der 8. C. W.; am schwächsten ist der Stamm aus der 2. Th. W. Der Nerv ist auf seinem ca. 1,5 dm langen proximalen Laufe mit dem medial von A. axillaris gehenden Teile von Ansa axillaris verbunden. N. cutaneus antebrachii medialis ist nach einer kurzen Essigsäuremaceration leicht von N. ulnaris zu trennen, den er in Höhe des distalen Drittels von Brachium verlässt. Der Hautnerv geht ganz in die 1. Th. W. über. N. ulnaris verläuft ge-

meinsam mit Medianus cranial von A. brachialis. Auf dem mittelsten Oberarmdrittel verlässt er Medianus, kreuzt medial A. und V. brachialis, folgt dem cranialen Rande von M. tensor fascie antebrachii und kreuzt medial A. und V. collateralis ulnaris. Der Nerv geht weiter unter Caput ulnare des M. flexor carpi ulnaris und darauf hinab gegen Carpus zwischen den volaren Kanten von M. extensor und flexor carpi ulnaris. Direkt oberhalb Os pisiforme teilt sich der Nerv in einen tiefen und einen oberflächlichen Ast, die in der Hauptsache ebenso verlaufen wie beim Pferde.

Auf seinem Laufe hat der Nerv Äste abgegeben zu den nächstliegenden Gefässen und zuweilen auch einen Ast zum Ellenbogengelenk.

Muskeläste gehen ab zu:

M. palmaris longus, der in der Regel nur einen Ast erhält; gewöhnlich $\frac{2/1}{1+1}$; Extreme $\frac{1,5/2}{4,5+2}-\frac{2,5/3}{5+i}$; die Zweige treten dorso-medial in den Muskel ein.

Caput humerale des M. flexor carpi ulnaris, der meistens nur einen, zuweilen jedoch zwei Äste erhält; gewöhnlich $\frac{2,5/2}{3+i}$; Extreme $\frac{3/8}{4,5+1}-\frac{2/6}{2+i}+\frac{0,5/2}{3+1,5}$; die Zweige traten proximal und latero-dorsal in den Muskel ein.

Caput ulnare des M. flexor carpi ulnaris, der einen oder zuweilen zwei Äste erhält[1]); gewöhnlich $\frac{1,5/4}{4,5+1,8}$; Extreme $\frac{1/5}{2+0,5}-\frac{1/6}{1,2+0,5}+\frac{0,9/1}{1+i}$; die Zweige treten in den Muskel latero-dorsal ein.

Lateralen Portion des Caput humerale von M. flexor digitorum profundus, welcher einen, zuweilen zwei Äste erhält;

1) Die Äste können von dem Hauptstamme des Ulnaris getrennt oder, wie Fig. 7, Taf. 38 zeigt, mit den Ästen des Caput humerale desselben Muskels verbunden abgehen.

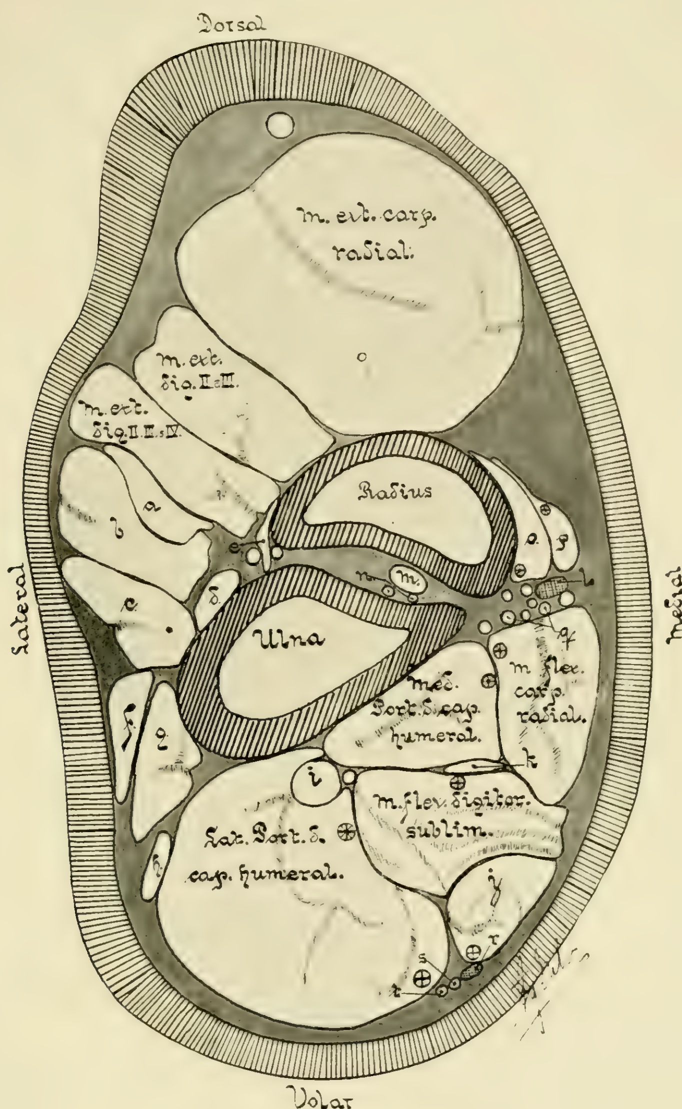


Fig. 8.

Gefrierquerschnitt vom Vorderarm des Schweines an der Grenze zwischen dem 1. und 2. proximalen Fünftel des Radius.

a) M. ext. digit. III, IV und V. b) M. ext. digit. IV. c) M. ext. digit. V (b + c = M. ext. dig. lat.). d) M. ext. indic. propr. e) M. abductor poll. long. f) Sehnige Port. und g) Muskulöse Port. von M. ext. carp. ulnar (M. ulnar. lat.). h) Sehne zu M. palmaris long. i) Medio-volare Port. von Cap. humerale (von M. flex. dig. prof.) meistens intim verbunden mit der lateralen Port., die aber zuweilen (so in diesem Falle) frei ist. j) M. flexor carp. ulnar. k) M. d. medio-proximal. Verbind. zwisch. d. muskulös. Teil d. tief. Port. des M. flex. dig. subl. u. d. Sehne d. M. flex. dig. prof. l) N. medianus. m) V. v. inteross. o) M. flexor poll. long. p) M. pronator teres. q) A. mediana und ein Muskelast (die übrigen sind Venen). r) N. ulnaris. s) A. collat. ulnar. t) V. collat. ulnar.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

gewöhnlich $\frac{3/2}{5+i}$; Extreme $\frac{2{,}5/4}{4{,}5+i} - \frac{3/3}{2+i} + \frac{0{,}5/2}{2{,}5+1}$; die Zweige treten proximal und volar in den Muskel ein.

M. flexor digitorum sublimis, der bei dem untersuchten Material (ausser dem konstanten Aste von N. medianus), in 54% aller Fälle einen, selten zwei Äste erhalten hat. In 46% aller Fälle konnte dagegen kein Ast von N. ulnaris nachgewiesen werden. Auffallend ist es, dass bei ein und demselben Tiere zuweilen ein kräftiger Ast von N. ulnaris zu diesem Muskel auf einer Extremität vorgefunden wurde, während auf der anderen kein solcher nachzuweisen war. Das gewöhnliche Verhalten des Astes war $\frac{0{,}8/3}{4{,}5+1}$; die Extreme $\frac{0{,}2/1}{2+i} - \frac{0{.}5/2}{2+i} + \frac{0{,}8/4}{2{,}4+2{,}5}$; die Zweige treten proximal und volar in den Muskel ein, und der Nerv scheint sich hauptsächlich in der volaren (oberflächlichen) Portion des Muskels auszubreiten.

Aus obenstehendem geht hervor, dass die Muskeläste von N. ulnaris den Nerven in der Regel oberhalb der Ellbogengelenkfläche verlassen, und zwar bedeutend höher als es beim N. medianus der Fall ist.

Doppelt innerviert sind also bei diesem Tiere die laterale Portion des Caput humerale von M. flexor digitorum profundus und sehr oft auch M. flexor digitorum sublimis. Anastomosen zwischen Medianus und Ulnaris sind bei den doppelt innervierten Muskeln oft vorgekommen. Mit Hinsicht auf die Lage derselben zu den Muskeln können zwei Typen unterschieden werden, nämlich die (gewöhnlichen) intramuskulären und die unmittelbar unter der Muskelfascie liegenden subfasciellen Anastomosen. Die subfasciellen Anastomosen habe ich in mehreren Fällen auf M. flexor digitorum sublimis nachgewiesen, wo sie von Ulnaris unmittelbar vor Eintritt der Nervenzweige in den Muskel abgehen und dicht unter der Muskelfascie zu irgend einem Zweige

des Medianus laufen, mit dem sie sich unmittelbar vor dem Eintritt in den Muskel vereinigen. Ebenso sind in diesem Muskel intramuskuläre Anastomosen zwischen Medianus und Ulnaris recht gewöhnlich gewesen. Auch haben Anastomosen auf demselben Muskel zwischen den beiden Nerven nachgewiesen werden können, die in bezug auf ihre Lage eine Kombination der beiden Typen darstellten. Auf der lateralen Portion von M. flexor digitorum profundus dagegen gelang es mir, nur intramuskuläre Anastomosen nachzuweisen, die jedoch nicht so oft vorkamen, wie bei dem vorher erwähnten Muskel.

Segmentaluntersuchung

der Muskeläste von N. ulnaris ergab als Resultat, dass Äste zu:

M. flexor carpi ulnaris von der (8. C. W.) und der 1. und 2. Th. W. kommen.

Lateralen Portion von Caput humerale des

M. flexor digitorum profundus von der (8. C. W.) 1. Th. W. kommen,

M. palmaris longus von der 8. C. W. und 1. Th. W. kommen,

M. flexor digitorum sublimis von der 8. C. W. und 1. Th. W. kommen.

Ovidae.

Von den hierhergehörenden Tieren habe ich 4 Extremitäten von Capra hircus und 16 Extremitäten von Ovis aries untersucht.

Capra hircus.

Die Muskeln des Vorderarmes der Ziege verhalten sich bis auf einige Ausnahmen zum grossen Teile ebenso wie die bei Bos taurus.

M. pronator teres ist schwach muskulös und hat auch hier wie bei Bos taurus zwei Ursprünge von Condylus medialis humeri, zwischen denen die Gefässe und der Nerv verlaufen. Franck (30) und Reiser (65) bemerken, dass der Muskel rein

sehnig ist. Eine Angabe, dass der Muskel einen doppelten Ursprung hat, habe ich nicht finden können.

M. flexor carpi ulnaris hat zum Unterschiede von den Verhältnissen bei dem Rindvieh einen ganz sehnigen Caput ulnare. Caput humerale entspringt teils sehnig auf Condylus medialis humeri und teils muskulös von der Ursprungssehne des M. flexor digitorum sublimis. Der muskulöse Ursprung wird von einer Muskelpartie bedingt, welche, bei Zerlegung der beiden Muskeln durch Abschneiden der Insertionssehne des M. flexor carpi ulnaris bei Os pisiforme, und durch proximales Strecken ihres distalen Endes, bei dem Kadaver, sich beinahe ebenso leicht von M. flexor carpi ulnaris trennt, wie von der Ursprungssehne des M. flexor digitorum sublimis. Wird eine solche Zerlegung des Muskels am narkotisierten oder kurz vorher getöteten Tiere ausgeführt, so folgt die fragliche Muskelportion dem M. flexor carpi ulnaris mit. Die zerteilte und durch die Lupe betrachtete Muskelportion scheint aus 3—12 mm langen Muskelfädenbündeln zu bestehen, welche auf einem ca. 4 cm langen Gebiete proximal und medio-volar auf der Ursprungssehne des M. flexor digitorum sublimis entspringen, distal gegen M. flexor carpi ulnaris verlaufen und proximal und dorso-lateral auf die Fascie dieses Muskels inserieren. Die fragliche Portion erhält auch einen besonderen Nervenast von Ulnaris, dagegen keinen solchen von Medianus. Das oben Angeführte im Verein mit den unten beschriebenen Innervierungsverhältnissen in diesem Muskel deuten darauf, dass diese Muskelpartie zu M. flexor carpi ulnaris hinführen muss, und nicht zu M. flexor digitorum sublimis.

Auch Reiser (65) scheint diese muskulöse Verbindung bemerkt zu haben, die sich beim Schafe ebenso verhält, denn er schreibt über M. flexor carpi ulnaris: „Bei Schaf und Ziege aber ist der Muskel teilweise mit dem M. flexor digitorum sublimis verschmolzen."

M. flexor digitorum sublimis beginnt erst 1,5—2 cm unter der Ellbogengelenkfläche muskulös zu werden. Seine lange Ursprungssehne dient als Ursprung für die genannte Portion von M. flexor carpi ulnaris. Verteilung, Verlauf und Insertion des Muskels stimmen mit denen bei Bos taurus überein. Die Sehne der dorsalen Portion ist schwächer als die der volaren.

Caput humerale des M. flexor digitorum profundus war zweigeteilt wie bei dem Rindvieh.

M. flexor pollicis longus war kräftig muskulös und entsprang von der volaren Seite des Radius auf einem Gebiet, das sich von 1,5—8,5 cm unter die Ellbogengelenkfläche erstreckte. Die Insertionssehne schmolz wie bei dem oben beschriebenen Tiere, mit der gemeinsamen Sehne des M. flexor digitorum profundus zusammen.

M. interflexorius war besonders kräftig entwickelt und breitete sich in Höhe des Carpus und der proximalen zwei Dritteile von Metacarpus aus.

N. musculo-cutaneus (inclus. N. cutaneus antebr. lat.) kommt von der 6., 7. und 8. C. W. Der von der 7. C. W. kommende Stamm ist am kräftigsten, ihm am nächsten kommt der von der 6. C. W., am schwächsten ist der Stamm von der 8. C. W. Der von der 6. und 7. C. W. kommende Stamm schmolz mit dem lateral und der Stamm von der 8. C. W. mit dem medial von A. axillaris gehenden Teile von N. medianus zusammen. Der motorische Teil des Nervens, welcher von der 6., 7. und 8. C. W. kommt, verlässt den Medianus teils in Höhe des proximalen Endes von Brachium und teils (zu M. brachialis) zusammen mit dem sensiblen Teile (N. cutaneus antebrachii lateralis), der von der 7. C. W. kommt und den Medianus erst unterhalb der Mitte von Brachium verlässt.

N. medianus kommt von der 7. und 8. C. W. und der 1. Th. W. Am kräftigsten ist der Stamm von der 8. C. W.; am schwächsten der von der 1. Th. W. Ansa axillaris wird auf

dieselbe Weise gebildet, wie bei Bos taurus. Die Stämme von der 8. C. W. und der 1. Th. W. bilden also den medialen und der von der 7. C. W. den lateralen Teil der genannten Schlinge. Der Nerv liegt anfangs cranial, danach cranio-medial von A. brachialis. Im distalen Ende von Brachium geht der Nerv durch die Arkade um M. biceps brachii, welche von dem distalen Ende des M. brachiocephalicus auf Grund der Insertion dieses Muskels teils auf Crista tuberculi majoris und teils auf Condylus medialis humeri gebildet wird. Danach setzt sich der Nerv zwischen den beiden Ursprüngen von M. pronator teres fort und darauf unter dem volaren Ursprung desselben. Auf dem Unterarm liegt der Nerv zuerst medial und dann volar von den Gefässen und teilt sich unmittelbar oberhalb Carpus auf gewöhnliche Weise. Der Verlauf des Nerven im Verhältnis zu den Muskeln stimmte in der Hauptsache mit dem Verhältnis bei Bos taurus überein.

Muskeläste gehen ab zu:

M. pronator teres, der in der Regel nur einen Ast erhält; gewöhnlich $\frac{0,3/3}{2,5+2} - \frac{0,4/2}{1+1}$; der Eintritt geschieht latero-dorsal.

M. flexor carpi radialis, welcher einen bis zwei Äste erhält; gewöhnlich $\frac{1/6}{1,3+1,5} - \frac{0,6/3}{1,5+1,9} + \frac{0,8/5}{1,7+2}$. Die Zweige treten in den Muskel dorso-medial bis dorso-lateral ein.

M. flexor digitorum sublimis, welcher einen Ast erhält; gewöhnlich $\frac{0,8/8}{2+8} - \frac{1/5}{2+5}$; der Eintritt geschieht dorso-lateral.

Medialen Portion des Caput humerale von M. flexor digitorum profundus, der einen Ast erhält; gewöhnlich $\frac{0,9/4}{1,5+2,8} -$ $- \frac{1/4}{2,1+3}$; der Eintritt geschieht medial.

Lateralen Portion des Caput humerale von M. flexor digitorum profundus, welche einen Ast erhält; gewöhnlich $\frac{0,6/4}{2,5+8} - \frac{0,5/3}{2+4,5}$. Der Eintritt erfolgt medio-dorsal.

M. flexor pollicis longus, der einen Ast erhält; gewöhnlich $\frac{0,8/4}{1+2} - \frac{0,5/2}{2,5+2}$. Der Eintritt erfolgt volar.

N. interosseus antebrachii geht vom Hauptstamme des Nerven gemeinsam mit dem vorhergenannten Nervenast ab, trennt sich aber von diesem bei der medialen Kante des M. flexor pollicis longus und setzt sich volar von dem Muskel im Spatium interosseum antebrachii fort, wo er sich verzweigt. Keinerlei Nervenzweige konnten von hier aus in die Streckmuskeln verfolgt werden.

M. interflexorius, welcher zwei bis drei Äste erhielt; gewöhnlich $\frac{0,4/2}{13+14} + \frac{0,2/2}{17+18} - \frac{0,3/2}{12+13} + \frac{0,2/4}{14+16} + \frac{0,2/3}{16+19}$. Der Eintritt geschah medial.

Ausserdem gingen Äste zum Ellbogengelenk und zu den nächstliegenden Gefässen ab.

N. ulnaris kommt von der 8. C. W. und der 1. Th. W. Der von der 1. Th. W. kommende Stamm ist am kräftigsten. N. cutaneus antebrachii medialis kommt von der 1. Th. W. und ist von dem übrigen Teile des N. ulnaris leicht zu trennen, welcher fortlaufend nach Entfernung des Hautnerven seinen kräftigsten Zuschuss von der 1. Th. W. erhält. Der Nerv verläuft anfangs dicht an und caudal von Medianus, trennt sich aber von diesem in Höhe des proximalen Drittels von Brachium, folgt in seinem Verlaufe gegen das Ellbogengelenk der craniomedialen Kante des M. anconosus longus und geht unter Caput ulnare des M. flexor carpi ulnaris. In seinem Verlaufe gegen Carpus folgt der Nerv anfangs den volaren Kanten der lateralen Portion von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus

und darauf denen des M. flexor digitorum sublimis und liegt auf seinem ganzen Verlaufe dicht an den Grenzen zwischen M. extensor und flexor carpi ulnaris. Direkt oberhalb Carpus teilt sich der Nerv in einen tiefen und einen oberflächlichen Ast, deren Verlauf mit dem bei Bos taurus übereinstimmt.

Muskeläste gehen ab zu:

M. palmaris longus, der einen Ast erhält; gewöhnlich $\frac{0{,}5/3}{3+2{,}5} - \frac{0{,}9/2}{1{,}8+2}$. Der Eintritt erfolgt proximal und medio-dorsal.

M. flexor carpi ulnaris erhält zum Unterschied von dem Verhältnis bei dem vorhergenannten Tiere keinen direkten Ast zum Caput ulnare, der ganz sehnig ist. Dagegen erhält die Fortsetzung des Caput ulnare im Muskel, d. h. der volare Teil des Muskels, wo er muskulös zu werden beginnt, einen Ast $\frac{0{,}5/2}{1+i} - \frac{0{,}4/3}{1{,}5+0{,}8}$. Der Eintritt geschieht proximal und lateral. Ausserdem tritt auf der Volarseite der eben beschriebenen, proximal und dorsal zwischen M. flexor digitorum sublimis und M. flexor carpi ulnaris liegenden Muskelportion ein Ast ein $\frac{0{,}8/\text{[illegible]}}{0{,}8+i} - \frac{0{,}7/4}{1+1}$. Die Zweige breiten sich in der genannten Muskelportion und in dem dorsalen Teile des M. flexor carpi ulnaris aus.

Lateralen Portion des Caput humerale von M. flexor digitorum, welche einen Ast erhält; gewöhnlich $\frac{0{,}9/4}{2+2} - \frac{1{,}2/7}{0{,}8+i}$. Der Eintritt geschieht latero-volar.

M. flexor digitorum sublimis, welcher auf beiden Extremitäten desselben Tieres einen Ast erhielt $\frac{0{,}1/2}{2+6} - \frac{0{,}5/2}{0{,}5+2{,}5}$. Der Eintritt geschah volar. Auf den andern beiden untersuchten Extremitäten erhielt der Muskel dagegen keinen Ast von N.

ulnaris. Ich hatte hier an dem betäubten Tiere durch elektrische Reizung von N. ulnaris auch Gelegenheit zu konstatieren, dass der Muskel bei diesem Tiere absolut keinen motorischen Nerven von Ulnaris erhielt.

Es gelang mir intramuskuläre Anastomosen zwischen Ulnaris und Medianus in der lateralen Portion des Caput humerale vom M. flexor digitorum profundus in drei Extremitäten nachzuweisen.

Segmentaluntersuchungen

haben als Resultat ergeben, dass Nervenäste kommen zu:

M. pronator teres von der 7. C. W.

M. flexor carpi radialis von der 7. und 8. C. W.

Medialen Portion von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus von der 8. C. W. und 1. Th. W.

Lateralen Portion von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus von der 8. C. W. und 1. Th. W.

M. flexor pollicis longus von der 8. C. W.

M. flexor digitorum sublimis von der 8. C. W. und 1. Th. W.

M. interflexorius von der 7. C. W.

M. palmaris longus von der 8. C. W. und 1. Th. W.

M. flexor carpi ulnaris von der 8. C. W. und 1. Th. W.

Ovis aries.

Die hierher gehörende Muskulatur dieses Tieres stimmt in der Hauptsache überein mit derjenigen bei Capra hircus. Einen wesentlichen Unterschied davon macht doch M. flexor pollicis longus. Der Muskel ähnelt dem der Ziege darin, dass sein Ursprung volar und proximal auf Radius beginnt, aber der Muskel ist in der Regel viel schwächer als bei diesem Tiere. Ausserdem verschmilzt die Insertionssehne des Muskels nicht mit der des tiefen Zehenbeugers, sondern setzt sich (konstant bei dem untersuchten Material) hinunter gegen Metacarpus fort und inseriert proxi-

mal auf den rudimentären medialen Metarcarpalknochen. Die Insertion dieses Muskels weicht also von der bei den vorher beschriebenen Tieren ab, wo die Sehne ja mit der des tiefen Zehenbeugers verschmilzt. In der Literatur fand ich keine andere Angabe über die Insertion dieser Muskelsehne beim Schafe, als dass sie mit der Sehne des M. flexor digitorum profundus verschmelzen sollte. Dieses Verhältnis deutet darauf, dass man es hier mit einem Muskel zu tun hat, der dem langen Beuger bei dem Daumen des Menschen entspricht. Ein gleiches Verhältnis kommt bekanntlich bei unsern Fleischfressern vor, wo die Insertionssehne des Muskels hinunter zum Daumen geht, obwohl dieselbe ein Stück mit der Sehne des M. flexor digitorum profundus zusammengewachsen ist. Recht interessant ist es, hiermit die Variationen dieses Muskels beim Menschen und sein Verhältnis bei den diesem am nächsten stehenden Tieren zu vergleichen. Frohse und Fränkel (33) schreiben darüber: „Die Sonderung des Muskelbauches erreicht beim Menschen ihre höchste Entwickelung. Beim Orang fehlt Muskel und Sehne, beim Gibbon ist zwar der Muskelbauch selbständig, die Sehne aber teilweise mit dem M. flexor digitorum profundus verschmolzen; bei den niederen Affen fehlt der Muskelbauch, und nur ein zartes Sehnenblatt löst sich als Endsehne für den Daumen aus dem gemeinschaftlichen M. flexor profundus ab.

Auch beim Menschen kommen Verschmelzungen mit dem M. flexor digitorum profundus und auch dem sublimis vor.“

N. musculo-cutaneus kommt von der 6., 7. und 8. C. W. Der von der 7. C. W. kommende Stamm ist am kräftigsten. Die von der 6. und 8. C. W. kommenden Stämme sind meistens gleich stark; zuweilen ist doch der von der 6. C. W. stärker als der von der 8. C. W. Die von der 6. und 7. C. W. zu diesem Nerv gehenden Nervenfäden sind mit dem lateral von A. axillaris gehenden Teile des N. medianus mit Bindegewebe verbunden,

während sich die von der 8. C. W. kommenden Nervenfäden mit den medial von der genannten Arterie gehenden Teilen des Medianus verbinden. Die Äste zu M. coracobrachialis und M. biceps brachii verlassen den Nerven in Höhe des proximalen Endes von Brachium, und in Höhe mit dem distalen Ende geht der übrig bleibende Teil des Nerven, nämlich die motorischen Äste des M. brachialis und N. cutaneus antebrachii lateralis vom Medianus ab.

N. medianus kommt von der 7., 8. C. W. und der 1. Th. W. Der Stamm von der 8. C. W. ist am kräftigsten; die beiden anderen sind oft gleich stark; zuweilen ist jedoch der Stamm von der 1. Th. W. stärker als der von der 7. C. W. Ansa axillaris wird hier ebenso, wie bei der Ziege dadurch gebildet, dass die Nervenstämme des Medianus von der 8. C. W. und der 1. Th. W. medial und die von der 7. C. W. lateral von A. axillaris gehen und sich miteinander direkt unter der Arterie vereinigen. Medianus liegt auf Brachium anfangs cranial und darauf cranio-medial von A. brachialis. Im distalen Ende von Brachium geht der Nerv gemeinsam mit den Gefässen durch die Arkade, welche M. brachio-cephalicus um M. biceps brachii (wie bei der Ziege) bildet, darauf tritt er zwischen die beiden Ursprünge des M. pronator teres und schliesslich unter den volaren Ursprung desselben. Auf dem Unterarm liegt der Nerv anfangs medial und darauf volar von den Gefässen. Im distalen Ende von Antebrachium verteilt sich der Nerv wie gewöhnlich in einen medialen und einen lateralen Ast.

Muskeläste gehen ab zu:

M. pronator teres, der einen bis zwei Äste erhält $\frac{0{,}2/1}{1{,}5+0{,}5} + \frac{0{,}2/1}{1{,}5+i} - \frac{0{,}3/3}{1+1}$; der Eintritt in die beiden Ursprünge geschieht lateral; unmittelbar bevor sie zu dem einheitlichen Muskel verschmelzen.

M. flexor carpi radialis, der einen Ast erhält $\frac{0,6/5}{\bar{1}+0,7}$ — $\frac{0,8/4}{i+1,5}$; der Eintritt geschieht lateral und dorsal.

M. flexor pollicis longus, der einen Ast erhält $\frac{0,2/2}{i+1,5}$ — $\frac{0,3/2}{\bar{1}+2}$; der Eintritt in den Muskel erfolgt volar.

Caput humerale von M. flexor digitorum profundus:

Medialen Portion, die einen Ast erhält $\frac{0,3/3}{\bar{1}+4}$ — $\frac{0,5/3}{i+2}$; der Eintritt in den Muskel geschieht medial.

Lateralen Portion, welche einen Ast erhält $\frac{0,3/1}{i+6}$ — $\frac{0,6/4}{\bar{1}-3,5}$; der Eintritt erfolgt medial.

M. flexor digitorum sublimis, der zwei Aste erhält. Der eine Ast $\frac{0,6/3}{\bar{1}+2,5}$ — $\frac{1,2/7}{i+2}$; seine Zweige treten dorsal ein und verzweigen sich ungefähr gleich in beide Portionen. Der zweite Ast $\frac{0,3\ 1}{9,5+10,5}$ — $\frac{0,4/3}{8+10}$ verzweigt sich ausschliesslich in der tiefen (dorsalen) Portion in Übereinstimmung mit dem Verhältnis bei Bos taurus (Fig. 7, Taf. 38).

M. interflexorius erhält einen bis mehrere Äste $\frac{0,2/3}{9,5+11} + \frac{0,1/2}{11+12} + \frac{0,1/1}{11,5+12,8}$ — $\frac{0,3/3}{10+11}$; der Eintritt geschieht medial.

M. ulnaris kommt von der 8. C. W., 1. und 2. Th. W. Der Nervenstamm von der 8. C. W. ist am stärksten, am schwächsten ist der von der 2. Th. W. In dem Falle, wenn ein Nervenstamm des Plexus brachialis von der 2. Th. W. fehlt, wie es bei elf Extremitäten von sechs der untersuchten Tieren war, erhält Ulnaris seine Nervenfäden von der 8. C. W.

und der 1. Th. W. N. cutaneus antebrachii med. kommt von der 1. Th. W. Ulnaris verläuft am Anfang an und direkt caudal von Medianus, trennt sich aber von diesem in Höhe des proximalen Drittels von Brachium und folgt während seines Laufes gegen die Ellbogengelenkfläche der cranio-medialen Kante des M. anconeus longus und geht unter Caput ulnare des M. flexor carpi ulnaris. Während seines Laufes auf Antebrachium folgt der Nerv der Grenze zwischen M. extensor und flexor carpi ulnaris und verteilt sich direkt oberhalb Carpus in einen tiefen und einen oberflächlichen Ast.

Muskeläste gehen ab zu:

M. palmaris longus, der einen Ast erhält $\frac{0{,}6/4}{1{,}5+1} - \frac{0{,}9/1}{2+1{,}8}$; der Eintritt in den Muskel erfolgt proximal und medio-dorsal.

M. flexor carpi ulnaris.

Caput humerale, der einen Ast erhält $\frac{0{,}8/3}{2{,}2+1} - \frac{1/4}{1+0{,}4}$; der Eintritt erfolgte proximal und lateral.

Caput ulnare $\frac{0{,}2/4}{2+1} - \frac{0{,}4/4}{1+2}$; der Eintritt geschieht proximal und lateral.

Lateralen Portion von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus, welche einen Ast erhält: $\frac{0{,}5/4}{2{,}5+1} - \frac{1/1}{1{,}5+0{,}5}$; der Eintritt geschieht proximal und latero-volar.

M. flexor digitorum sublimus erhielt bei neun Stück der von mir untersuchten Extremitäten einen Nervenast $\frac{0{,}2/3}{2{,}2+0{,}5} - \frac{0{,}8/4}{2{,}5+0{,}5}$; der Eintritt geschah proximal und volar.

Es gelang mir intramuskuläre Anastomosen an acht Extremitäten zwischen Ulnaris und Medianus in der lateralen

Portion des Caput humerale vom tiefen Zehenbeuger nachzuweisen. Irgend eine Anastomose zwischen den beiden Nerven im M. flexor digitorum sublimis konnte ich dagegen nicht auffinden.

Die Segmentaluntersuchungen ergaben als Resultat, dass Nervenäste zu:

M. flexor carpi ulnaris von der 8. C. W. und 1. Th. W. (2 Th. W.) kommen,

M. flexor carpi radialis von der 7. und 8. C. W. kommen,

M. flexor digitorum sublimis von der 8. C. W. und 1. Th. W. kommen,

M. flexor pollicis longus von der 8. C. W. kommen,

M. palmaris longus von der 8. C. W. und 1. Th. W. kommen,

M. pronator teres von der 7. C. W. kommen,

Caput humerale des M. flexor dig. profundus:

Medialen Portion von der 8. C. W. und 1. Th. W. kommen,

Lateralen Portion von der 8. C. W. und 1. Th. W. kommen,

M. interflexorius von der 8. C. W. kommen.

Non ruminantia.

Suidae.

Von den zu dieser Familie gehörenden Tieren hatte ich Gelegenheit, 44 Extremitäten von Sus scrofa domesticus zu untersuchen.

Über die Beugemuskeln von Antebrachium bei diesen Tieren habe ich in einer publizierten Abhandlung (2) einige Detailangaben geliefert. Hier folgt nur eine kurze Zusammenfassung davon mit einigen durch ein umfangreicheres Material begründeten Änderungen.

M. pronator teres. Kolster (45) gibt an, dass der Muskel beim neugeborenen und erwachsenen Tiere nur vom Condylus int. humeri entsprang. Der ulnare Kopf fehlte. Bei dem von mir untersuchten Material habe ich in mehreren

Fällen ein recht gut begrenztes Sehnenband gefunden von der Mitte der Lateralseite des Muskels (Fig. 9 u. 10, Taf. 40, 41). Dieses Sehnenband setzte sich lateral von den Gefässen und den Nerven hinauf gegen die Gelenkkapsel fort, mit der es zusammenwuchs. In diesem gegen den Muskel gewandten Ende des Sehnenbandes konnte ich in einigen Fällen Muskelfäden entdecken, was ja darauf deutet, dass dieser meistens ganz sehnige Teil, wo er vorkommt, einer tiefen ulnaren Portion entsprechen sollte.

M. flexor digitorum profundus hat einen humeralen, einen radialen und einen ulnaren Ursprung, deren Sehnen im distalen Ende von Antebrachium zu einer einheitlichen Sehne verschmelzen, die sich im Schenkel zu allen vier Zehen verteilt. Der humerale Ursprung ist in der Regel in eine mediale (radiale) und eine laterale (ulnare) Portion geteilt. Ausnahmsweise kann die laterale Portion ihrerseits in eine dorsale kleinere und eine volare grössere Portion geteilt sein — Caput humerale ist also ausnahmsweise dreiteilig. Über dieses Verhältnis des Muskels bei Sus porcus (Red-River Hog) und Dicotyles (Peccary) schreibt Windle and Parsons (80) "In the Suide (Sus porcus, Dicotyles), as one would, be inclined to expect, all the five origines of the generalized muscle are present, and the insertion is into all four digits."

In Übereinstimmung mit dem, was Windle and Parsons über Sus porcus und Dycotyles schreiben, gibt ein Teil anderer Forscher, u. a. Franck, Müller und Sussdorf (30, 58 und 74) für Sus scofa domesticus an, dass dieser Muskel fünfteilig sein soll, d. h. das Caput humerale dreiteilig ist. Bei meinem Material zeigte sich eine Dreiteilung des genannten Muskels bei zwei, eine Andeutung dazu bei vier und nur Zweiteilung bei 38 Stück Extremitäten.

M. flexor digitorum sublimis entspringt auf Epicondylus flexorius humeri, teilt sich in der Mitte von Antebrachium in zwei Portionen, eine dorsale und eine volare. Die erstere pas-

siert Carpus dorsal und die letztere volar von Ligamentum carpi transversum. Die Sehne der volaren Portion geht zur vierten und die der dorsalen zur dritten Zehe. Das geschieht ohne vorherige Vereinigung unterhalb Carpus in Übereinstimmung mit dem Verhältnis u. a. bei Bos taurus. Windle and Parsons (80) geben an, dass dieser Muskel bei dem von ihnen untersuchten Exemplare von Sus porcus (Red-River Hog) Insertionssehnen zu allen vier Zehen schickte.

Über die Verbindungen zwischen den beiden Zehenbeugern citiere ich einen Auszug aus einer früher veröffentlichten Untersuchung (2).

„Die Verbindungen zwischen dem M. flexor digitor. prof. sind konstant und bestehen:

a) aus solchen Verbindungen, die zwischen der Sehne der tiefen Portion des M. flexor digitor. sublim. und der Sehne des M. flexor digitor. prof. gehen;

α) M. interflexorius (Pitzorno) (Fig. 10, Taf. 41);

b) aus solchen Verbindungen, die zwischen dem muskulösen Teile der tiefen Portion des M. flexor digitor. sublimis und der Sehne des M. flexor digitor. prof. gehen;

α) latero-distale Verbindung:

1. zwei Muskeln.

2. eine Sehnenplatte.

β) medio-proximale Verbindung:

1. ein Muskel.“

M. flexor carpi ulnaris. Wie in meiner obengenannten Untersuchung hervorgehoben wird, habe ich bei diesem Muskel, ausser dem konstanten humeralen Ursprunge in 12% aller Fälle, auch einen ebensolchen ulnaren beobachtet. Das grössere Material aber, das dieser Untersuchung zugrunde liegt, verändert die Zahlen bis zu 20% aller Fälle für beide Ursprünge und bis zu 80% aller Fälle mit nur einem humeralen Ursprunge. Der Muskel verläuft auf der volaren Grenze zwischen M. flexor

digitorum sublimis und der lateralen Portion von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus (Fig. 8, Taf. 39) in einem Bogen distal und lateral, um auf Os pisiforme zu inserieren. Alle Verfasser, welche diesen Muskel bei dem Schwein beschreiben, geben, so weit ich finden konnte, an, dass der ulnare Ursprung fehlt. Dasselbe tun auch Windle and Parsons: "In the Suidae [Sus scofa dom. Lesbres, Cuvier et Laurillard (49, 22), Sus porcus and Dicotyles (Peccary)] the olecranal head ist absent."

M. flexor carpi radialis entspringt von Epicondylus flexorius humeri und inseriert volar und proximal auf Metacarpal. III.

Die Lage der Muskeln im Verhältnis zueinander geht aus Fig. 8, Taf. 39 hervor.

Nerven.

N. musculo-cutaneus kommt von der 5.[1]), 6. und 7. C. W. Am kräftigsten ist der Stamm von der 6. C. W., am schwächsten der von der 5. C. W. Zuweilen kann der Stamm von der 5. C. W. auch fehlen. Der Nerv ist anfangs hauptsächlich mit demjenigen Teile von Medianus verbunden, welcher lateral von A. axillaris geht, während sich nur wenige Nervenfäden mit dem medial von derselben Arterie gehenden Stamme verbinden. Einige Centimeter oberhalb vertex von Ansa axillaris gehen motorische Fäden zu M. biceps brachii und M. coracobrachialis. Nervus cutaneus antebr. lateralis und der motorische Ast des M. brachialis dagegen verlassen den Medianus erst auf dem distalen Drittel von Brachium.

N. medianus kommt von der 6., 7., 8. C. W. und auch von der 1. Th. W. Am kräftigsten ist der Stamm von der

[1]) Ein Stamm des plexus brachialis von der 5. C. W. soll sich nach denjenigen Verfassern, deren Schriften für dieses Gebiet mir zugänglich waren, bei dem Schweine nicht finden — Paterson (60) (Guinea Pig) ausgenommen. Bei meinem ziemlich reichhaltigen Material kam derselbe indessen konstant vor. In einem demnächst erscheinenden Bericht über plexus brachialis bei Haustieren werde ich näher auf diesen Gegenstand eingehen.

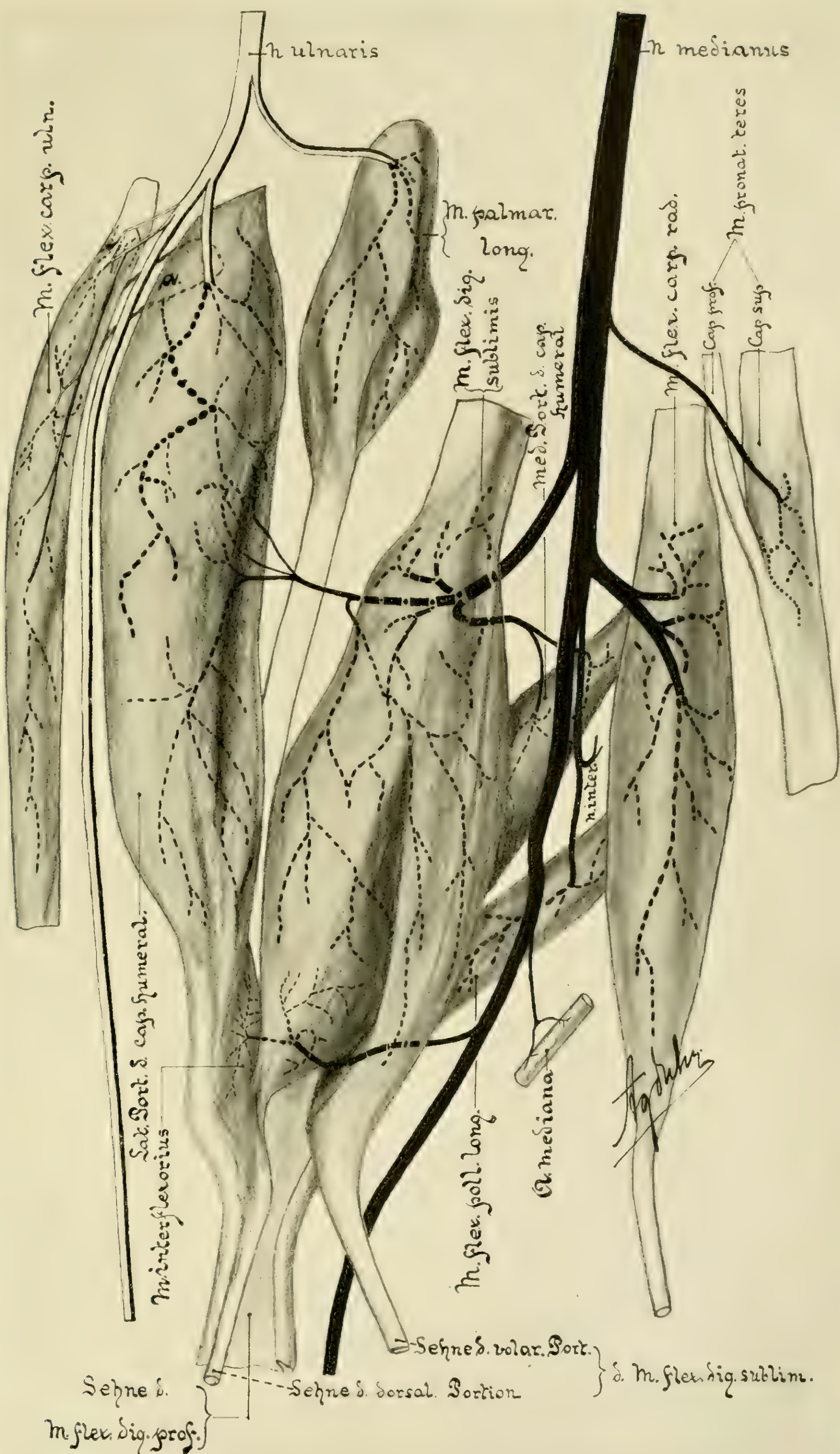


Fig. 9.

Beugemuskeln des Vorderarmes bei Sus scrofa domesticus mit der Eintrittsstelle, dem intramuskulären Verlaufe und den Anastomosen der Nervenzweige.

—·—·—·— gibt an, dass der Nerv unter dem Muskel verläuft. a) Caput ulnare des M. flexor carpi ulnaris fehlt auf dem oben gezeichneten Muskel, ist jedoch bei dem untersuchten Material in 20% Fällen vorgekommen.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

7. C. W., am schwächsten der von der 1. Th. W. Der Stamm von der 6. C. W. ist inkonstant. Der Nerv bildet um A. axillaris eine Schlinge, Ansa axillaris, die dadurch dorsal geschlossen ist, dass Nervenfäden von der 7. C. W. sowohl in den medial wie auch in den lateral von der genannten Arterie gehenden Teil von Medianus eintreten. Der Nerv verläuft längs der cranio-medialen Kante des Humerus, cranio-medial von A. brachialis, welcher sie in Gemeinschaft mit N. ulnaris bedeckt. Sobald sich die beiden Nerven in Höhe der Mitte von Brachium wieder trennen, geht Medianus fortlaufend cranio-medial von der Arterie. In der Mitte zwischen der unteren Kante von M. anconeus med. und der Ellbogengelenkfläche liegt der Nerv auf der medialen Seite der Arterie, um danach auf deren caudale Seite überzugehen. Nerv und Gefässe gehen unter (zwischen den beiden Ursprüngen, wenn zwei solche sich vorfinden) M. pronator teres und auf dem proximalen Drittel von Antebrachium treten sie zwischen Radius und M. flexor carpi radialis, von welchem sie vollständig bedeckt werden. Der Nerv verläuft hier lateral von der Arterie. Oberhalb Carpus zerteilt sich der Nerv auf die gewöhnliche Weise.

Muskeläste gehen ab zu:

M. pronator teres, der einen bis drei Äste erhält $\frac{1/2}{3+1}$[1] — $\frac{1/1}{3+2}$. Der Eintritt erfolgt auf der dorso-lateralen Kante in Höhe der Grenze zwischen dem mittelsten und proximalen Drittel des Muskels.

M. flexor carpi radialis, der einen Ast erhält $\frac{2,1/3}{1+3,5}$ — $\frac{3/4}{1,5+3}$; der Eintritt erfolgt auf der dorso-lateralen Kante.

[1]) Da ich von diesen Tieren Exemplare verschiedenster Grösse untersuchte und da diese Zahlen in sehr wesentlichem Masse auf der Grösse des Tieres beruhen, führe ich nur die Ziffern an, die ich von einem Exemplare erhielt, nämlich von Nr. 22 in den Tabellen.

M. flexor pollicis longus, der einen bis zwei Äste erhält, meistens jedoch nur einen Ast, der in der Regel vom Hauptstamme des Medianus unter der Ellbogengelenkfläche gemeinsam mit N. interosseus antebrachii abgeht $\frac{0,8/1}{\text{N. inter.} + 5,5}$ — $\frac{0,5/2}{\text{N. inter.} + 4} + \frac{0,4/3}{3+5}$; der Eintritt erfolgt auf der latero-volaren Kante des Muskels. N. interosseus antebr. verlässt diesen Muskelast neben Spatium inteross. antebr. und verzweigt sich hier und auf der Lateralseite der Ossa antebrachii. Gewöhnlich geht noch ein Ast zu Spatium inteross. antebr. vom Medianus ab. In keinem Falle gelang es mir, diese Nerven bis in die Streckmuskeln zu verfolgen.

M. flexor digitorum sublimis, der in der Regel zwei Äste erhält, von denen der kräftigste $\frac{3/5}{1,5+3,5} - \frac{3,5/8}{i+4}$ dorsal und proximal eintritt und sich in der ganzen volaren und dem grössten Teile der dorsalen Portion verzweigt (Fig. 9, Taf. 40). Dieser Nervenast schickt, zuweilen intra-, aber meist extramuskulär (Fig. 10, Taf. 41) einen Ast $\frac{0,4/2}{1,5+4} - \frac{0,6/1}{i+5}$ zu dem Muskel, der die medio-proximale Verbindung zwischen beiden Zehenbeugern bildet. Ferner schickt der Nervenast intramuskuläre Zweige zu den beiden in die latero-distale Verbindung eingehenden Muskeln.

Der schwächere Nervenast $\frac{2/1}{13+14} - \frac{1,1/2}{14+14}$ geht vom Medianus in Höhe des distalen Drittels des Unterarmes ab, meistens mit Nervenästen des M. interflexorius verbunden, und breitet sich im distalen Ende der dorsalen Portion aus (Fig. 10, Taf. 41), in welche er distal eintritt.

Caput humerale des M. flexor digitorum profundus (Fig. 9 und 10, Taf. 40, 41).

Medialen Portion, welche einen bis zwei Äste erhält $\frac{1,2/3}{1,4+2,5}$ — $\frac{1,5/2}{1,5+3}$; der Eintritt geschieht volar.

Lateralen Portion, welche einen Ast erhält $\frac{2/3}{i+4;2}$ — $\frac{2,5/4}{1,5+4}$; der Eintritt erfolgt medial.

In den wenigen Fällen, wo die laterale Portion in eine dorsale und volare geteilt war, hat jede Portion ihre besonderen Nervenäste vom Hauptstamme erhalten.

M. interflexorius, welcher einen Ast erhält $\frac{0,4/2}{14+14}$ — $\frac{0,4/1}{13,5+13,5}$; der Eintritt geschieht medial. Dieser Ast geht vom Medianus, wie gesagt, gewöhnlich mit dem distalen Aste von M. flexor digit. sublim. verbunden ab.

N. ulnaris kommt von der 8. C. W. und von der 1. Th. W. Der Stamm von der 8. C. W. ist am kräftigsten. N. cutaneus antebrachii medialis kommt von der 8. C. W. und der 1. Th. W.

Auf dem mittelsten Drittel von Brachium trennt sich Ulnaris von Medianus und verläuft darauf caudal von A. und V. brachialis. Der Nerv kreuzt in Höhe der distalen Kante des M. anconeus medialis A. und V. collateralis ulnaris auf ihrer medialen, zuweilen auf ihrer lateralen Seite. Die nächste Kreuzung zwischen Nerv und Gefässen findet unmittelbar über der Ellbogengelenkfläche statt, wo der Nerv medial und volar von den Gefässen geht. Gefässe und Nerv gehen unter Caput ulnare des M. flexor carpi ulnaris, wo sich ein solches vorfindet. Der Nerv verläuft auf dem Unterarm unmittelbar unter der Fascia antebrachii längs der Grenze zwischen M. flexor carpi ulnaris und der lateralen Portion des Caput humerale von M. flexor digitorum profuudus, und liegt lateral von V. und A. collateralis ulnaris, welch letztere meistens medial liegt. Direkt über

Os pisiforme teilt sich der Nerv gewöhnlich in einen tiefen und einen oberflächlichen Ast.

Muskeläste gehen ab zu:

M. palmaris longus, der einen Ast erhält $\frac{1,5/5}{3,2 + 2,5} - \frac{1,5/1}{4,5 + 3,5}$. Der Eintritt geschah proximal und dorso-medial.

Lateralen Portion von Caput humerale des M. flexor digit. prof., der einen Ast erhält $\frac{2/4}{2 + 1} - \frac{1,4/1}{3 + 0,5}$. Der Eintritt erfolgte proximal und medio-volar. In dem Falle, wo eine Verteilung der Portionen in eine kleinere dorsale (Fig. 8i, Taf. 39) und eine grössere volare vorkam, erhielt nur die volare Portion einen Ast von Ulnaris, während die dorsale nur von Medianus innerviert wurde.

M. flexor carpi ulnaris:

Caput humerale, welcher ein bis zwei Äste erhielt $\frac{1,5/6}{1 + 2,5} - \frac{1,5/9}{1,5 + 2,5}$. Der Eintritt geschah lateral.

Caput ulnare (nicht konstant), welcher einen Ast erhielt (gilt für Nr. 21 in der Tabelle) $\frac{0,4/3}{2 + 1} - \frac{0,5/4}{3 + 1}$. Der Eintritt geschah dorso-lateral.

Doppelinnerviert ist also bei diesem Tier die laterale Portion von Caput humerale des tiefen Zehenbeugers. Irgend eine intra- oder extramuskuläre Anastomose zwischen Ulnaris und Medianus ist mir nicht gelungen, mit Sicherheit nachzuweisen.

Die Segmentaluntersuchung ergab, dass Nervenäste zum:

M. pronator teres von der 7. C. W. kommen,

M. flexor carpi radialis von der 7. C. W. und 8. C. W. kommen,

M. flexor digitorum sublimis von der 8. C. W. und 1. Th. W. kommen,

M. flexor pollicis longus von der 7. C. W. kommen,

M. palmaris longus von der 8. C. W. (und von der 1. Th. W.) kommen,

M. flexor carpi ulnaris von der 8. C. W. und 1. Th. W. kommen,

Caput humerale des M. flexor digitorum prof. kommen von der (7. C. W.), 8. C. W. und 1. Th. W.,

M. interflexorius von der 8. C. W. kommen,

Muskel der medio-proximalen Verbindung von der 8. C. W. kommen.

Ausser den oben angeführten allgemeinen unvollständigen Beschreibungen über Innervierungen bei diesem Haustier, die sich in den zitierten Handbüchern finden, kommen noch ein Teil Angaben von Windle and Parsons (80) vor über einige andere zu derselben Familie gehörende Tiere, nämlich Sus porcus und Dicotyles (Peccary). Nervus medianus soll bei diesem Tiere den M. pronator teres, M. flexor carpi radialis, Caput radiale und Caput humerale (dieser Muskel besteht bei diesen Tieren nach denselben Verfassern aus einer condylo-radialen, einer condy-centralen und einer condylo-ulnaren Portion — eine Beschreibung, die übereinstimmt mit dem Falle, wo ich eine Dreiteilung von Caput humerale beobachtete [Fig. 8, Taf. 39]) des M. flexor digitorum profundus innervieren. Die laterale (condylo-ulnare) Portion von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus wird ebenso wie die ulnare Portion desselben Muskels vom Ulnaris innerviert. Also findet sich hier dasselbe Verhältnis, wie es oben bei Sus scrofa domesticus beschrieben wurde.

Carnivora.

Von den dieser Ordnung angehörenden Tieren habe ich 40 Extremitäten von Canis familiaris, 40 Extremitäten von Felis domestica und 2 Extremitäten von Felis lynx untersucht.

Canidae.

Canis familiaris.

M. pronator teres hat bei meinem Material konstant nur einen Ursprung von Condylus medialis humeri und eine Insertion auf der medialen Kante des Radius gehabt. Kolster (45) schreibt von diesem Muskel bei einem jungen Hasenhund: „Derselbe (M. pronator teres) entspringt vom Condylus internus humeri mit zwei Portionen, welche durch eine verhältnismässig tiefe Spalte geschieden sind. Auf die Gelenkkapsel greift der Ursprung nicht über, aber von der Mitte des Muskels zieht ein ligamentöser Strang zum Proc. coronoideus ulnae und setzt sich auch bis auf die Gelenkkapsel fort — — — —".

Etwas Derartiges ist bei meinem Material nicht vorgekommen, obwohl es hauptsächlich aus jungen Tieren, u. a. auch aus Hasenhunden bestand.

M. flexor carpi radialis entspringt von Epicondylus flexorius humeri und inseriert proximal und volar auf Ossa metacarpi II und III.

M. flexor digitorum sublimis entspringt auf Epicondylus flexorius humeri, geht gleich oberhalb Carpus in eine Sehne über, welche sich distal vom Carpus in vier Schenkel verteilt, die auf die zweite Phalange der 2.—5. Zehe inserieren.

M. flexor carpi ulnaris besteht aus zwei Portionen, einem Caput ulnare mit Ursprung auf Olecranon und einem Caput humerale mit Ursprung von Epicondylus flexorius humeri. Die beiden Muskelbäuche gehen direkt oberhalb Carpus in eine einheitliche Sehne über, welche auf Os pisiforme inseriert.

M. flexor digitorum profundus hat hier, wie bei den Haustieren ein Caput radiale (M. flexor pollicis longus), welcher von der volaren Seite des Radius entspringt, ein Caput ulnare (M. palmaris longus) von Olecranon, ein Caput humerale von Epicondylus flexorius humeri. Caput humerale ist konstant in

drei Portionen geteilt, eine medio-dorsale, eine laterale und eine medio-volare (Fig. 11, Taf. 42). Sämtliche Portionen dieses Muskels gehen oberhalb Carpus in Sehnen über, welche zu einer gemeinsamen Muskelsehne zusammenschmelzen. Diese gemeinsame Sehne gibt ein Stück unterhalb Carpus einen Schenkel zu der ersten Zehe und teilt sich kurz danach in Schenkel zu den vier übrigen Zehen, auf deren 3. Phalange sie inserieren. Wird die gemeinsame Muskelsehne aufgefasert, so wird man finden, dass sich die Insertionssehne von Caput radiale in der Sehne zu der ersten Zehe fortsetzt — also ein Glied in der Beweiskette dafür, dass dieser Muskel dem menschlichen langen Beuger für den Daumen entspricht, M. flexor pollicis longus.

M. pronator quadratus (Fig. 11e, Taf. 42) entspringt auf Radius, hat quergehenden Fadenverlauf und inseriert auf Ulna und füllt den Raum zwischen diesem Knochen zum grössten Teile aus.

M. interflexorius (Pitzorno [62]) ist wahrscheinlich identisch mit dem von Ellenberger und Baum als M. palmaris longus langer Sohlenspanner beschriebenen Muskels. Derselbe entspringt auf der Volarseite von M. flexor digitorum profundus und geht in eine Sehne über, die sich in 2 Schenkel teilt. Dieselben verschmelzen mit den Sehnenschenkeln des M. flexor digitorum sublimis für die 3. und 4. Zehe. Die Lage der verschiedenen Muskeln im Verhältnis zueinander und zu Ossa antebrachii geht aus Fig. 11, Taf. 42 hervor.

Nerven.

Über die Segmentalursprünge für Medianus, Ulnaris und Musculo-cutaneus schreiben Ellenberger und Baum (27), dass N. musculo-cutaneus von der 7. und 8. C. W., N. medianus von der 7. und 8. C. W. und der 1. Th. W., N. ulnaris von der 8. C. W. und der 1. Th. W., Chauveau et Arloing (19), dass N. musculo-cutaneus von der 6. und 7. C. W. kommt.

Forgue (29) „Médian externe“ (= N. musculo-cutaneus mit einem Teil von Medianus, der in Ansa axillaris lateral von A. axillaris geht), kommt von der 6. und 7. C. W. „Médian interne“ (= der Teil von M. medianus, der in Ansa axillaris medial von A. axillaris geht), kommt von der 8. C. W. und 1. Th. W., Ulnaris kommt von der 1. Th. W. Russel (68): „From numerous careful dissections in the dog. I find the following arrangement to be the most constant, but variations, of course occur. — — — — — The musculo-cutaneous nerve at its origins comes exclusively from the seventh cervical and sometimes receives supply from the sixth root by axillary junctions. — — — — the median from the eighth cervical, and the ulnar from the first dorsal root. The median joins the ulnar in the upper part of its course and then separates from it again. The junction is one in which the ulnar sends a bundle of fibres to the median and the median a bundle to the ulnar".

Die Resultate meiner Untersuchungen stimmen nicht vollkommen überein mit irgendeinem von denen der oben angeführten Forscher.

N. musculo-cutaneus ist bei zwei Tieren, also auf vier Extremitäten nur von der 7. C. W. gekommen, aber in allen übrigen Fällen, also auf 36 Extremitäten, kommt er von der 6. und 7. C. W. Der Stamm von der 7. C. W. ist der kräftigste. Der Nerv läuft in der Regel mit dem Teil von Medianus verbunden, welcher lateral von A. axillaris liegt, bis zu dem distalen Drittel von Brachium. Ausnahmen hiervon kommen jedoch vor. In Höhe mit dem proximalen Dritteile von Brachium geht ein Ast zu M. biceps brachii und M. coracobrachialis. Der Teil des Nerven, der in Höhe des distalen Drittels von Brachium den Medianus verlässt, besteht teils aus den motorischen Fäden des M. brachialis und teils aus den sensiblen des N. cutaneus antebrachii lateralis.

N. medianus kommt von der 7., 8. C. W. und 1. Th. W.

Der Stamm von der 8. C. W. ist am kräftigsten, am wenigsten stark ist der von der 7. C. W. Der Stamm von der 7. C. W. geht zusammen mit N. musculo-cutaneus lateral von A. axillaris, während der Stamm von der 8. C. W. und von der 1. Th. W. medial von derselben Arterie geht und sich erst in Höhe mit dem distalen Drittel von Brachium mit dem von der 7. C. W. verbindet. Vertex der Ansa axillaris liegt also bei Hunden relativ weiter unten als bei den übrigen Haustieren. Nachdem später die beiden Schenkel in Ansa axillaris zu dem einheitlichen Nervenstamme zusammengeschmolzen sind, setzt sich dieser auf der caudalen Seite von A. brachialis fort. Zusammen mit Arterie und Vene geht der Nerv auf deren medialen Seite unter M. pronator teres und setzt sich weiterhin zusammen mit der Arterie längs des ganzen Unterarmes auf der Grenze zwischen M. flexor digitorum sublimis und profundus fort. Näheres hierüber bei Ellenberger und Baum (27).

Muskeläste gehen ab zu:

M. pronator teres, der einen, selten mehrere Äste erhält [1] $\frac{1{,}2/4}{4+0{,}5}-\frac{1{,}2/4}{4{,}5+i}$. Der Eintritt geschieht lateral und proximal. In diesem wie in einigen anderen Fällen gingen die Äste ganz oberhalb vertex der Ansa axillaris von dem lateral von der Arterie gehenden Stamme des Medianus ab (Fig. 12, Taf. 43), der, wie erwähnt, konstant von der 7. C. W. kommt. Das Gewöhnlichste ist jedoch, dass die Äste vom Medianus unterhalb vertex abgehen, aber eben in diesem Falle bewiesen die Auffaserungen des Nerven, dass die Nervenäste dieses Muskels von der 7. C. W. kommen.

M. flexor carpi radialis, der einen bis zwei Äste erhält $\frac{1{,}2/5}{2+1{,}5}-\frac{1{,}2/3}{2{,}5+2}$; der Eintritt erfolgt lateral auf der Grenze

[1]) Da diese Zahl für grosse und kleine Hunderassen wesentlich verschieden ist, ist obenstehend das Verhältnis von einem grand Danois, der vom Tuber ischii bis Os frontale 110 cm mass. — Nr. 15 in den Tabellen.

zwischen dem ersten und zweiten proximalen Viertel des muskulösen Teiles. Dieser Ast kann entweder von dem Hauptstamm des Nerven selbständig abgehen, oder auch, wie Fig. 12, Taf. 43 zeigt, zusammen mit Ästen des M. flexor digitorum sublimis und des Caput humerale von M. flexor digitorum profundus.

M. flexor digitorum sublimis, der einen Ast erhält $\frac{2/5}{2+6} - \frac{1,5/4}{2+5,5}$. Der Eintritt erfolgt dorsal auf dem Kamm des Muskels, welcher an der Grenze zwischen medio-volarer Portion des Caput humerale von M. flexor digitor. prof. und Caput humerale von M. flexor carpi ulnaris liegt (Fig. 11, Taf. 42). Dieser Nervenast trat hinunter zu dem Muskel zwischen der medio-volaren und lateralen Portion von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus und ging von dem Hauptstamm des Nervens ab, gewöhnlich mit Ästen verbunden, die zu den verschiedenen Portionen vom Caput humerale des tiefen Zehenbeugers führten, oder, wie Fig. 12, Taf. 43 zeigt, mit Ästen zu dem M. flexor carpi radialis und zur lateralen und medio-volaren Portion von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus.

Caput humerale von M. flexor digitorum profundus.

Medio-volaren Portion, die einen Ast erhielt $\frac{0,9/3}{2+4,6} - \frac{1/4}{2+5}$. Der Eintritt geschah lateral auf dem proximalen zweiten Viertel des muskulösen Teiles.

Medio-dorsolen Portion, die einen Ast erhielt $\frac{1/3}{2+2,8} - \frac{0,8/3}{2+3}$. Der Eintritt war medio-dorsal auf dem proximalen zweiten Viertel des Muskels.

Lateralen Portion, die einen Ast erhält $\frac{1,2/5}{2+6} - \frac{1,3/6}{2+7}$. Der Eintritt geschah auf dem mittelsten Drittel des Muskels und auf dessen medio-dorsalen und medio-volaren Kanten.

M. flexor pollicis longus, der einen bis drei Äste erhält $\frac{0,6/2}{2,8+6} - \frac{0,5/2}{3+6,5}$. Der Eintritt geschah volar. Vom Hauptstamm des Medianus gingen diese Äste selten selbständig ab, sondern waren in der Regel verbunden mit anderen Nervenästen, entweder, wie Fig. 12, Taf. 43 angibt, mit Nervenästen des Pronator quadratus, M. palmaris longus der medio-dorsalen Portion vom Cap. humerale des M. flex. dig. profundus und mit N. interosseus, oder es kommen auch, wie aus den Tabellen hervorgeht, viele andere Kombinationen vor.

M. pronator quadratus, der einen bis zwei Äste erhält $\frac{0,4/3}{2+3} + \frac{0,5/4}{3+5} - \frac{0,5/2}{2,5+3} + \frac{0,4/3}{3+5}$. Der Eintritt der Äste geschah volar. Dieselben waren, wie oben erwähnt, gewöhnlich beim Abgange vom Hauptstamme des Nerven mit anderen Nervenästen verbunden. Ein Beispiel dafür geht aus Fig. 12, Taf. 43 hervor, andere zeigen die Tabellen.

M. palmaris longus, der bei 28 der von mir untersuchten Extremitäten einen Ast von diesem Nerven erhielt $\frac{0,6/2}{2,4+9} - \frac{0,6/3}{2+8,5}$. Die Äste gingen in der Regel vom Hauptstamm des Nerven verbunden mit anderen Nervenmuskelästen ab (Fig. 12, Taf. 43 und Tabellen). Sobald der Nervenast den Nervenast des M. pronator quadratus verlassen hatte, lief er längs der medio-volaren Kante dieses Muskels neben M. flexor pollicis longus und setzte sich, Pronator quadratus und Ulna volar kreuzend, auf das distale Drittel von Antebrachium fort und trat in den Muskel auf der distalen Hälfte seines muskulösen Teiles ein, in dem er sich verbreitete (Fig. 12, Taf. 43).

Die einzige Andeutung darüber, dass Medianus diesen Muskel bei Fleischfressern innervieren soll, habe ich in der Literatur bei Bardeleben (5) gefunden, welcher schreibt: „Was die Innervierung der Muskeln des Vorderarmes betrifft, so scheinen

sich verschiedene hier und da beobachtete Tatsachen auf ein primitives Verhalten zurückführen zu lassen, das bei mehreren niederen Säugetieren (Marsupilia, Carnivora) angetroffen wird.

Die doppelte Versorgung vom Medianus und vom Ulnaris besteht hier nicht nur, wie bei höheren Säugern, „für den Flexor profundus, sondern auch, wie das aber auch bei höheren noch vorkommt, für den Flexor sublimis und sogar für den subcutanen Beuger, den „Palmaris longus" — Flexor digitorum superficialis s. subcutaneus (mihi)".

N. interosseus antebrachii geht vom Hauptstamm des Medianus, wie oben erwähnt, gewöhnlich mit Muskelästen verbunden ab (Fig. 12, Taf. 43) und breitet sich im Bindegewebe zwischen Ossa antebrachii und Teilen von deren Periost aus. In keinem Falle habe ich eine Fortsetzung in die Streckmuskeln finden können.

Russel (68) schreibt: „The flexor carpi ulnaris muscle derives its nerve supply from both the median and ulnar, thus differing from Man, in whom it derives the whole of its supply from the ulnar."

Das musste ein seltener Fall sein, den Russel anführt. Ich habe in keinem Falle, trotz sehr genau ausgeführter Dissektionen und sorgfältiger Experimente, einen Nervenast vom Medianus zu diesem Muskel nachweisen können. Bei meinem Material wurde derselbe nur vom Ulnaris innerviert. Doppelinnervierungen in diesen Muskel durch Medianus und Ulnaris kommen als Varietät auch beim Menschen vor (Frohse und Fränkel [33]).

N. ulnaris kommt von der 8. C. W. und der 1. Th. W. und bei acht der von mir untersuchten Extremitäten auch von der 2. Th. W. Der Stamm von der 1. Th. W. war am kräftigsten, der von der 2. Th. W. am schwächsten. N. cutaneus antebrachii medialis ist bei dem untersuchten Material konstant von der 1. Th. W. gekommen. Die Ursprungsstämme des Nerven

von der 8. C. W. und 1. Th. W. waren anfangs mit den von derselben C. W. kommenden Stämmen des Medianus zusammengewachsen, trennten sich aber schnell von denselben. Der Nerv folgte Medianus auf dessen caudaler Seite bis zur Mitte von Brachium, um hier denselben zu verlassen und sich längs der cranio-medialen Kante von M. anconeus medialis weiter fortzusetzen über den medio-volaren Abhang von Condylus medialis humeri zwischen Caput humerale und Caput ulnare von M. flexor carpi ulnaris. Zwischen diesen und M. flexor digitorum profundus verlief der Nerv hinunter gegen Carpus, wo er sich in einen Ramus profundus und einen Ramus superficialis teilte. In Höhe mit dem proximalen Drittel des Unterarmes gab der Nerv einen Ramus dorsalis — einen Hautnerven ab.

Muskeläste gingen ab zu:

M. palmaris longus, der einen bis drei Äste erhielt $\frac{0,6/4}{3+5}-\frac{0,5/2}{3+4,5}$. Der Eintritt geschah auf der medio-volaren Seite des Muskels. Dabei verzweigten sich die Äste bei gleichzeitiger Innervierung des Medianus vorzugsweise in der proximalen Hälfte des Muskels (Fig. 12, Taf. 43); aber in dem Falle, wo kein Zweig von Medianus beobachtet werden konnte, — an zwölf der untersuchten Extremitäten, — konnte man die intramuskuläre Ausbreitung dieses Astes in der ganzen Ausstreckung des Muskels verfolgen.

Lateralen Portion von Caput humerale des M. flexor dig. prof., der einen Ast erhielt $\frac{1/2}{1+5}-\frac{1/2}{1+4,5}$. Der Eintritt geschah volar. Der Ast breitete sich hauptsächlich in dem proximalen Teile des Muskels aus.

M. flexor carpi ulnaris:

Caput humerale, der einen bis zwei Äste erhält $\frac{1,4/3}{2+3,5}-\frac{1,5/4}{2+4}$. Der Eintritt geschah auf der lateralen Seite.

Caput ulnare, der einen Ast erhält $\frac{1,2/3}{1,2+0,8}$ — $\frac{1,1/2}{1+0,5}$.
Der Eintritt geschah proximal und dorso-medial.

Zwischen N. medianus und N. ulnaris habe ich sowohl extra- wie auch intramuskuläre Anastomosen beobachtet. Auf sechs Extremitäten von vier Tieren kamen extramuskuläre Anastomosen vor. Auf zwei Extremitäten ein und desselben Tieres bestand eine 1 mm starke Anastomose zwischen den Nerven in Höhe der Mitte des Humerus. In diese Anastomose gingen Nervenfäden von Ulnaris zu Medianus. Auf vier anderen Extremitäten, die drei Tieren angehörten, kam eine 0,2—0,6 mm breite Anastomose in Höhe mit dem proximalen zweiten Fünftel des Humerus vor. Diese durchbrach in drei Fällen die mediale Kante der lateralen Portion des Caput humerale von M. flexor digitorum profundus; in einem Fall ging dieselbe medial von diesem Muskel.

Intramuskuläre Anastomosen kamen bei diesem Tiere in vom Medianus und Ulnaris doppelt innervierten Muskel besonders reichlich vor. Aussergewöhnlich reichliche Anastomosen, ja förmliche intramuskuläre Plexus sind zuweilen in M. palmaris longus bei dessen Doppelinnervierung vorgekommen.

Die Segmentaluntersuchungen haben als Resultat ergeben, dass Nervenäste zu:

M. pronator teres von der 7. C. W. kommen;

M. flexor carpi radialis von der 7. und 8. C. W. kommen;

M. flexor digit. subl. von der 8. C. W. und 1. Th. W. kommen;

M. flexor pollicis longus von der (7. und) 8. C. W. kommen;

M. pronator quadratus von der 7. und 8. C. W. kommen;

Caput humerale des M. flexor digit. prof. von der 8. C. W., 1. (und 2.) Th. W. kommen;

M. flexor carpi ulnaris von der 8. C. W., 1. (und 2.) Th. W. kommen;

M. palmaris longus von der 8. C. W. und 1. Th. W. kommen.

Felidae.

Felis domestica.

Die fraglichen Muskeln verhielten sich im grossen und ganzen wie beim Hunde. Doch kommen einige Ausnahmen vor. M. flexor carpi radialis inseriert auf Os metacarpale II. M. flexor digitorum sublimis schickt auch eine Insertionssehne zur 1. Zehe. Caput humerale und Caput ulnare des M. flexor carpi ulnaris verschmelzen mit einander höher hinauf als beim Hunde. M. flexor pollicis longus ist relativ kräftiger entwickelt als beim Hunde, dasselbe ist auch mit M. palmaris longus der Fall. M. pronator quadratus ist bedeutend schmaler als beim Hunde und erstreckt sich nicht oberhalb der distalen Hälften von Ossa antebrachii. Die Sehne des M. interflexorius teilt sich in drei Schenkel, von denen je einer zur 2., 3. und 4. Zehe läuft.

Nerven.

N. musculo-cutaneus kommt in der Regel von der 6. und 7. C. W. Der Stamm von der 7. C. W. ist proximal nur einige cm mit dem Stamme des Medianus von derselben C. W. verbunden. Der Nerv läuft darauf den ganzen Weg getrennt vom Medianus und gibt in Höhe des proximalen Endes von Brachiium Äste zu M. coracobrachialis und M. biceps brachii, und in Höhe mit dem distalen Ende von Brachium Äste zu M. brachialis ab, und darauf setzt er sich als N. cutaneus antebrachii lateralis fort.

N. medianus kommt von der 7., 8. C. W. und der 1. Th. W. Der Stamm von der 8. C. W. ist am kräftigsten, der von der 1. Th. W. am schwächsten. Der Nervenstamm von der 7. C. W. geht lateral und der von der 8. C. W. und 1. Th. W. medial von A. axillaris. Direkt unterhalb der Arterie schmelzen

die beiden Nervenstämme miteinander zusammen und bilden den einheitlichen N. medianus. Ansa axillaris wird also hier ebenso wie beim Hunde offen dorsal. Der Medianus verläuft auf der cranialen Seite von A. brachialis längs der cranio-medialen Kante des Humerus, geht gemeinsam mit der Arterie durch Foramen supracondyloideum — während die entsprechende Vene medial darum geht — setzt sich dann unter M. pronator teres und weiter längs der dorso-medialen Kante des M. flexor pollicis longus fort, bedeckt von M. flexor carpi radialis. Neben Carpus teilt sich der Nerv auf die gewöhnliche Weise.

Muskeläste gehen ab zu:

M. pronator teres, der einen bis drei Äste erhält $\frac{0.5/2}{2,5 + i} - \frac{0,1/2}{1 + 0,2} + \frac{0,2/4}{0,7 + 0,5} + \frac{0.2/3}{0,5 + 0,4}$. Der Eintritt erfolgt proximal und lateral.

M. flexor carpi radialis, der einen bis zwei Äste erhält $\frac{0,4/5}{i + 1} + \frac{0,2/2}{0,2 + 1,8} - \frac{0,5/5}{0,4 + 0,5}$. Der Eintritt erfolgt proximal und dorso-lateral.

M. flexor digitorum sublimis, der einen Ast erhält $\frac{0,7/8}{0,9 + 3} - \frac{0,8/10}{i + 1,5}$. Die Äste treten dorsal ein und gehen vom Nervenhauptstamme gewöhnlich mit Ästen der drei Portionen von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus verbunden ab.

Caput humerale des M. flexor digitorum profundus.

Medio-volaren Portion, die einen bis mehrere Äste erhält $\frac{0,3/2}{0,9 + 3} - \frac{0,4/3}{0,5 + 2,5}$. Der Eintritt geschieht lateral.

Medio-dorsalen Portion, die einen bis mehrere Aste erhält $\frac{0,2/3}{0,9 + 1,5} - \frac{0,4/2}{0,2 + 2}$. Der Eintritt geschieht dorsal.

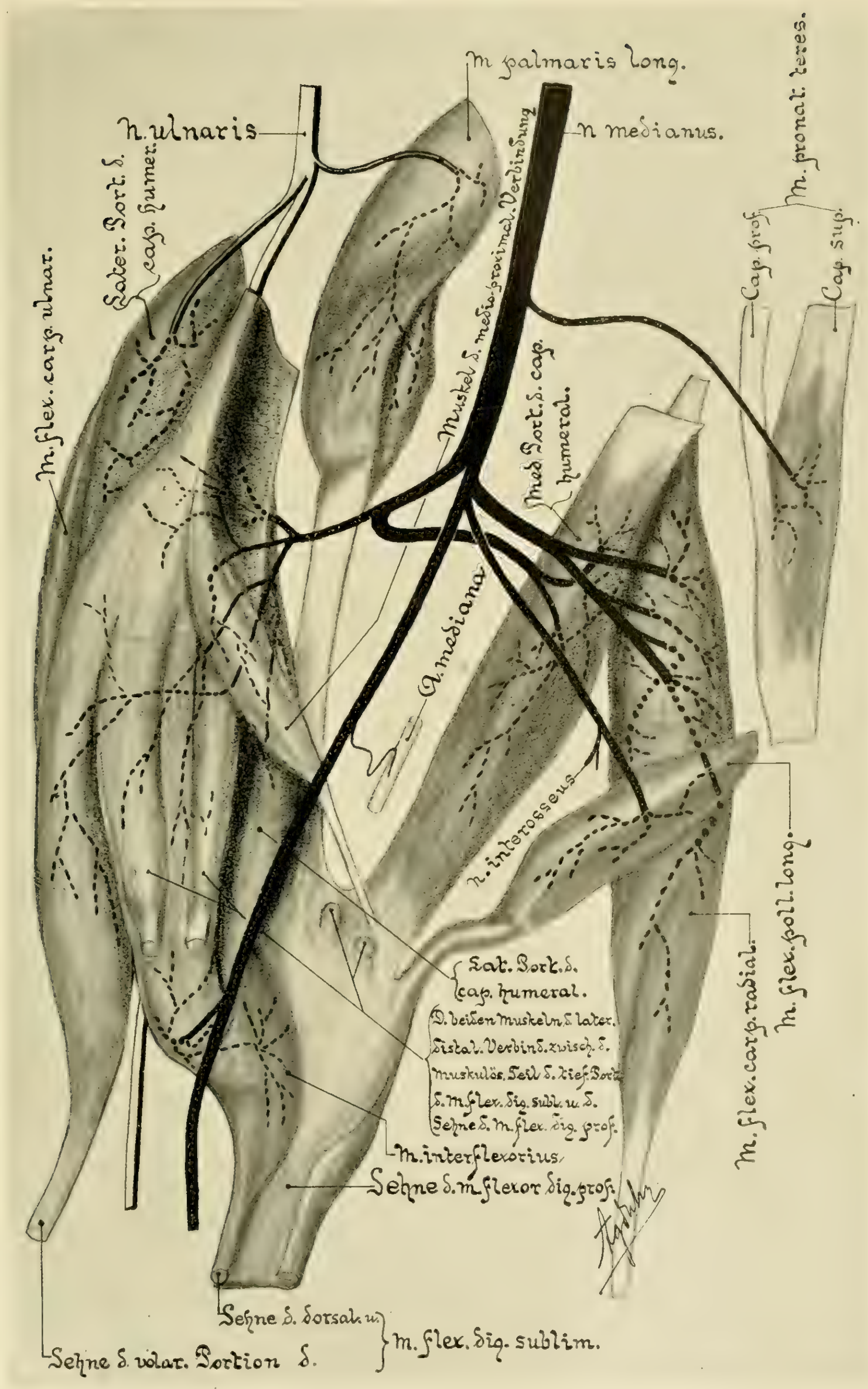


Fig. 10.
Beugemuskeln des Vorderarmes bei Sus scrofa domesticus mit der Eintrittsstelle und dem intramuskulären Verlaufe der Nervenzweige.
—·—·—·— gibt an, dass der Nerv unter dem Muskel verläuft, ohne in ihn einzutreten.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden

Lateralen Portion, die einen bis mehrere Äste erhält $\frac{0{,}2/2}{0{,}9 + 2{,}5} - \frac{0{,}3/4}{1 + 3{,}5}$. Der Eintritt geschieht medial.

M. flexor pollicis longus, der einen bis zwei Äste erhält $\frac{0{,}2/1}{1{,}5 + 3} - \frac{0{,}4/3}{0{,}4 + 3}$. Der Eintritt geschieht medio-volar. Dieser Nerv geht vom Hauptstamm des Nerven gewöhnlich mit Ästen des M. pronator quadratus und N. interosseus antebrachii verbunden ab.

M. pronator quadratus, der einen Ast erhält $\frac{0{,}3/2}{1{,}5 + 7{,}5} - \frac{0{,}4/2}{0{,}5 + 6{,}5}$. Der Eintritt erfolgt volar. Dieser Ast geht, wie erwähnt, gewöhnlich vom Hauptstamm mit anderen Nervenästen verbunden ab. Er verlässt den Nervenast des M. flexor pollicis longus unmittelbar, ehe dieser in seinen Muskel eintritt, und setzt sich, indem er M. flexor pollicis longus durchbohrt, hinunter zu M. pronator quadratus fort.

N. interosseus antebrachii tritt zwischen beide Ossa antebrachii und verzweigt sich teils in deren Periost, teils in dem nahe liegenden Bindegewebe. Äste in der Streckmuskulatur habe ich bei ihm niemals auffinden können.

Bemerkenswert ist es, dass ich bei diesem Tiere zum Unterschiede von dem Hunde niemals einen Nervenast vom Medianus zum M. palmaris longus nachweisen konnte.

N. ulnaris kommt von der 8. C. W. und der 1. Th. W., N. cutaneus antebrachii medialis kommt nur von der 1. Th. W. Nach Entfernung von diesem Hautnerven ist der von der 8. C. W. kommende Stamm des Ulnaris der kräftigste. Die beiden Stämme sind anfangs mit Nervenstämmen des Medianus von den entsprechenden Segmentalwurzeln verbunden, verwachsen aber gleich miteinander und bilden den einheitlichen Nerven. Ulnaris geht caudal von und neben Medianus bis zur Mitte von Brachium, verlässt hier den Medianus und folgt der medialen

Kante des M. anconeus medialis, gedeckt von M. tensor fascie antebrachii, setzt sich unter der Portion des M. triceps brachii fort, der auf der Foramen supracondyloideum medial begrenzenden Knochenbrücke entspringt. Der Nerv geht weiter unter Caput ulnare des M. flexor carpi ulnaris und verläuft, gedeckt von diesem Muskel auf der Grenze zwischen der volaren Kante der lateralen Portion des Caput humerale vom M. flexor digitorum profundus und M. palmaris longus. In Höhe des dritten Viertels des Unterarms zerteilt sich der Nerv in einen Ramus superficialis und einen Ramus profundus.

Muskeläste gehen ab zu:

Der obenerwähnten Portion des M. triceps brachii, die von der Knochenbrücke medial von Foramen supracondyloideum entspringt und auf Olecranon inseriert. Ein bis zwei Äste treten caudo-dorsal in den Muskel ein:

$$\frac{0,1/2}{2+1} - \frac{0,4/2}{2,7+1,2} + \frac{0,2/3}{2,3+1}.$$

M. flexor carpi ulnaris:

Caput humerale erhält einen bis mehrere Äste $\frac{0,7/9}{0,8+2} - \frac{0,2/1}{1+i} + \frac{0,1/1}{1,5+1,6} + \frac{0,1/1}{2+2,5} + \frac{0,3/2}{2,5+3}$. Der Eintritt erfolgt proximal und latero-volar.

Caput ulnare, der einen bis mehrere Äste erhält $\frac{0,6/3}{2+1,4} - \frac{0,3/3}{1,5+0,5} + \frac{0,2/3}{1+i}$. Der Eintritt erfolgt proximal und dorsal.

Lateralen Portion des Caput humerale vom M. flexor digitorum profundus, der einen bis mehrere Äste erhält $\frac{0,5/3}{0,5+1,2} - \frac{0,5/3}{0,5+1,5}$. Der Eintritt geschieht proximal und volar.

M. palmaris longus, der einen bis mehrere Äste erhält $\frac{0,5/7}{2,5+3} - \frac{0,6/2}{2,5+3,2}$. Der Eintritt erfolgt volar.

Extramuskuläre Anastomosen zwischen Medianus und Ulnaris sind selten vorgekommen. Ich habe solche nur an zwei Extremitäten bemerkt, und zwar in Höhe zu der Mitte des Humerus.

Intramuskuläre Anastomosen sind dagegen in den meisten Extremitäten in der lateralen Portion vom Caput humerale des M. flexor digitorum profundus vorgekommen.

Die Segmentaluntersuchungen haben als Resultat ergeben, dass Nervenäste zu:

M. pronator teres von der 7. C. W. kommen;

M. flexor carpi radialis von der 7. und 8. C. W. kommen;

M. flexor digit. subl. von der 8. C. W. und 1. Th. W. kommen;

M. flexor pollicis longus von der (7. C. W) 8. C. W. (1. Th. W.) kommen;

M. pronator quadratus von der (7. C. W.) 8. C. W. (1. Th. W.) kommen;

M. palmaris longus von der 8. C. W. und 1. Th. W. kommen;

Caput humerale des M. flexor digit. prof. von der 8. C. W. und 1. Th. W. kommen;

M. flexor carpi ulnaris:

Caput humerale von der 8. C. W. und 1. Th. W. kommen;

Caput ulnare von der 1. Th. W. kommen;

Portion des M. triceps brachii, die auf der Knochenbrücke medial von For. supracondyloideum entspringt, von der 8. C. W. und 1. Th. W. kommen.

Felix lynx.

Die Muskeln, um die es sich hier handelt, stimmen in allem Wesentlichen mit denen der Katze überein. Jedoch waren die Rotatoren relativ kräftiger entwickelt, was schon aus der relativen Stärke der Nervenäste dieser Muskeln hervorgeht.

N. medianus, Ursprung und Verlauf stimmen mit dem der Katze überein.

Muskeläste gingen ab zu:

M. pronator teres, der zwei Äste erhielt $\frac{0,8/4}{2,5 + 0,8} + \frac{0,9/5}{2,2 + 1}$. Der Eintritt erfolgte lateral auf dem proximalen Drittel.

M. flexor carpi radialis, der einen Ast erhält $\frac{0,6/3}{1 + 2,5}$. Der Eintritt erfolgt dorsal.

M. flexor digitorum sublimis, der einen Ast erhält $\frac{1/4}{1 + 3,5}$. Der Eintritt erfolgt latero-dorsal.

Caput humerale des M. flexor digitorum profundus, dessen drei Portionen Äste von einem Nervenstamm erhalten, der den Hauptstamm des Medianus in Verbindung mit dem Aste zu M. flexor digitorum sublimis verlässt $\frac{1,5/10}{1 + 3}$. Dieser Nervenstamm teilt sich in Äste, welche in die drei Portionen auf deren aneinander grenzenden Kanten eintreten.

M. flexor pollicis longus, der einen Ast erhält $\frac{1,3/8}{3 + 6}$. Der Eintritt geschieht volar.

M. pronator quadratus, der einen Ast erhält $\frac{0,8/3}{4 + 9}$. Der Eintritt erfolgt volar. Dieser Nervenast geht vom Medianus verbunden mit dem Aste, zu dem vorhergehenden Muskel ab, welch' letzterer von dem Aste des Pronator quadratus durchbohrt wird.

M. interflexorius, der einen Ast erhält $\frac{1,3/4}{12 + 13}$. Der Eintritt geschieht medial.

Irgend einen Ast vom Medianus zum M. palmaris longus konnte ich nicht finden.

N. ulnaris. Ursprung und Verlauf stimmen mit denen bei den Katzen überein.

Muskeläste gehen ab zu:

M. palmaris longus, der einen Ast erhält $\frac{0,9/5}{3+5}$. Der Eintritt erfolgt medio-volar.

M. flexor carpi ulnaris:

Caput humerale, der zwei Äste erhält $\frac{1/5}{1+2} + \frac{0,5/4}{4+6}$. Der Eintritt geschieht lateral.

Caput ulnare, der drei Äste erhält $\frac{0,5/3}{4,5+2} + \frac{0,6/2}{4+1,5} + \frac{0,5/3}{1+1}$. Der Eintritt erfolgt dorsal.

Lateralen Portion des Caput humerale vom M. flexor digitorum profundus, der einen Ast erhält $\frac{1/3}{2,5+3}$. Der Eintritt geschieht lateral.

Intramuskuläre Anastomosen zwischen Ulnaris und Medianus habe ich in der lateralen Portion des Caput humerale von M. flexor digitorum profundus nachgewiesen.

Die Segmentaluntersuchung ergab als Resultat, dass Nervenäste zu:

M. pronator teres von der 7. C. W. kommen;

M. flexor carpi radialis von der 7. und 8. C. W. kommen;

M. flexor digitorum sublimis von der 8. C. W. und 1. Th. W. kommen;

M. flexor pollicis longus von der 7. und 8. C. W. kommen;

M. pronator quadratus von der 7. und 8. C. W. kommen;

Caput humerale des M. flexor digit. prof. von der 7. und 8. C. W. kommen;

M. palmaris longus von der 8. C. W. kommen;

M. flexor carpi ulnaris:

Caput humerale von der 8. C. W. und 1. Th. W. kommen;

Caput ulnare von der 8. C. W. und 1. Th. W. kommen.

Experimenteller Teil.

Um die erhaltenen Resultate der rein anatomischen Untersuchungen zu kontrollieren und die Arten von Doppelinnervierungen in einen Teil von Muskeln zu ermitteln, wurden Experimente in drei Gruppen vorgenommen, nämlich solche:

I. zur Kontrolle der bei Auffaserung des Plexus brachialis erhaltenen Resultate bezüglich des Segmentalursprungs der verschiedenen Muskelnervenäste;

II. zur Ermittlung darüber, welche Muskeln auf dem Unterarm vom Medianus und welche vom Ulnaris innerviert werden;

III. zur Untersuchung der Ausbreitung des Ulnaris und Medianus in den von ihnen doppelt innervierten Muskeln nebst Vergleichung dieser Ausbreitung mit der der Segmentalinnervierung.

Operationen.

Die Experimente wurden an einer Anzahl Pferde, Kälber, Schafe, Ziegen, Schweinen und Hunden ausgeführt. Auf Empfehlung von Professor Vennerholm verwandte ich als Narkosemittel für Pferde eine Injektion von 40 g Chloralhydrat in Vena jugularis und narkotisierte zudem mit Chloroform. Die Tiere schliefen bei einem Chloroformverbrauch von nur ca. 100 g pro Individuum 3—4 Stunden lang ausgezeichnet. Die anderen Tiere versetzte ich mit Chloroform in Narkose, die ich dann mit einer Mischung aus gleichen Teilen Äther und Chloroform unterhielt. Sämtliche Versuchstiere, zwei Hunde ausgenommen, konnten diese Narkosemittel ohne Übelstand 3—5 Stunden lang ertragen. Bei den beiden Hunden musste jedoch künstliche Atmung angewandt werden, um einen vorzeitigen Tod zu verhindern.

Zur Ausführung der obengenannten Gruppen von Experi-

menten war es notwendig, die Segmentalwurzeln des Plexus brachialis frei zu sezieren und die Muskeln auf dem Unterarm bloss zu legen. Es kam darauf an, dies ohne Störung der Blutzirkulation in den Muskeln der Extremität, d. h. ohne Beschädigung eines grösseren Gefässes auszuführen.

Die Operationsmethoden wurden an den Kadavern der verschiedenen Haustiere ausprobiert, und es erwies sich dabei als zweckmässig, je nach der Grösse der Tiere zwei voneinander wesentlich verschiedene Methoden anzuwenden, eine für die grösseren und die andere für die kleineren Haustiere.

Bei den kleinen Haustieren[1]) [Kalb, Schaf, Ziege, Schwein (einen halben Monat alt) und Hund] wurde in folgender Weise verfahren. Durch die Haut, welche die Pectoralmuskeln bedeckt, wurde ein Schnitt neben und parallel zur Längsachse des Sternum gelegt, dann ein genügend langes Stück cranial entlang der lateralen Kante des M. sternomastoideus verlängert, und danach die Pectoralmuskeln nahe ihrer Anheftungsstelle auf Sternum durchschnitten. Darauf war es leicht, Plexus brachialis und seine Segmentalwurzeln bis zu Foramina intervertebralia freizulegen. Dasselbe lässt sich bei kleineren Haustieren für die Cervicalwurzeln auf die angegebene Weise gut ausführen. Die Thoracalwurzeln dagegen wurden freigelegt, indem M. serratus ventralis in Höhe mit dem proximalen Drittel von der 1. Intercostalmuskel entfernt wurde, ohne N. thoracalis longus zu beschädigen. Ebenso schneidet man die proximalen Drittel des äusseren und inneren Intercostalmuskels weg ohne die 1. intercostale Arterie und Vene und die bei diesen Haustieren meistens vorzufindenden 2. Th. W. des Plexus brachialis zu beschädigen. Fascia endothoracica mit Pleura costalis wurde dorsal vorsichtig von der 1. und 2. Rippe gelöst. Nun war es leicht, der 1. und 2. Th. W. bis zu ihren For. intervertebralia zu folgen.

[1]) Nur junge Tiere wurden zu diesen Experimenten verwandt.

A. und V. subclavia liegen ebenso wie beim Menschen unter und zusammen mit Plexus brachialis ventral von M. scalenus medius (M. scalenus primae costae) bei den Fleischfressern, während sie bei Schweinen, Wiederkäuern und Pferden durch M. scalenus medius vom Plexus brachialis getrennt liegen, der von dem erwähnten Nervenplex dorsal durchbohrt wird. Von M. scalenus anterior, der in der Regel beim Menschen und einem Teile der Säugetiere vorkommt, habe ich mit Ausnahme von Kaninchen bei keinem Haustiere etwas finden können. Sussdorf (74) gibt an, dass derselbe inkonstant bei Wiederkäuern vorkommen soll. Bei den kleineren Haustieren verursachten indessen die genannten Gefässe kein absolutes Hindernis um auf die erwähnte Weise die Segmentalwurzeln frei zu präparieren. Bei dem Pferde dagegen passieren die Gefässe die erste Rippe relativ länger ventral und machen eine genügend starke Abduktion der Extremität unmöglich. Daher kann man nach dieser Methode nicht den genügend grossen Platz zwischen Scapula und Rumpf erhalten, um mit der nötigen Präzision die Segmentalwurzeln freilegen zu können. Ich arbeitete hier eine andere Methode aus, die in der Exarticulation der Scapula bestand. Das Verfahren war folgendes: Das Pferd wurde auf die rechte Seite gelegt, gefesselt und narkotisiert. Ein gerader Hautschnitt wurde längs des cranialen Randes von Pars praescapularis des M. pectoralis profundus von der proximalen Spitze dieses Muskels bis zum ventralen Rande des M. brachiocephalicus gelegt. Rechtwinklig zu diesem wurde in Höhe mit Articul. scapulo-humer. ein anderer Hautschnitt gelegt, der sich von erstgenanntem Schnitte bis zur caudalen Kante des M. anconeus longus erstreckte. Die Schnitte wurden so weit vergrössert, dass sie auch M. cutaneus scapulae und humeri durchdrangen. Die auf diese Weise freigeschnittenen Hautwinkel wurden frei präpariert gegen ihre Basis = die graden Linien, die die Endpunkte der Hautschnitte verbanden. In Höhe mit dem ersten Haut-

schnitt wurde M. brachiocephalicus und M. trapezius cervicalis durchschnitten. Pars praescapularis des Pectoralis profundus wurde von M. supraspinatus frei präpariert und ventral geführt. Der caudo-ventrale Teil von M. brachio-cephalicus (Pars clavicularis des M. deltoideus hom.) wurde freigelegt. Die Insertionssehnen für M. deltoideus, infraspinatus, teres minor, supraspinatus wurden freipräpariert und durchgeschnitten. Auf dieselbe Weise verfuhr ich mit der Ursprungssehne des M. biceps brachii. Ein schmaler Eisenhaken wurde hinten dicht unter Collum scapulae eingeführt und fixierte Scapula dadurch, dass man sie vermittelst eines an der Decke befestigten Blockes in die Höhe zog. Die Gelenkkapsel wurde durchschnitten, ebenso die Insertionssehne des M. subscapularis, ohne die darunterliegenden Gefässe zu beschädigen. Das distale Ende der Scapula wurde so hoch gehoben, als es sich tun liess und der periphere Teil der Extremität nach unten gestreckt. Nun lag Plexus brachialis leicht zugänglich für ein Freipräparieren fertig, das grösstenteils auf stumpfem Wege erfolgte. Die Cervical- und Thoracalwurzeln wurden auf dieselbe Weise hervorpräpariert wie bei den kleineren Haustieren.

Nachdem der Plexus brachialis freigelegt war, wurden die Operationswunden mit bis auf 40° erwärmter Ringe-Lorkers Lösung (18) oder physiologischer Kochsalzlösung (versuchsweise wurde die eine und die andere Lösung bei verschiedenen Experimenten verwendet) enthaltender Watte ausgefüllt. Die Beugemuskeln des Vorderarmes wurden freigelegt und ihre Insertionssehnen so nahe wie möglich an den Knochenanheftungsstellen durchschnitten. Die Insertionssehnen der Muskeln, welche ihrer tiefen Lage wegen weniger gut zu beobachten waren, wurden mit Fäden verbunden und gehalten, um die Kontraktionen zu beobachten. Die Oberfläche der Muskeln wurde vermittelst in die erwähnten Lösungen getauchter Watte warm und feucht erhalten.

Bei Experimenten der 2. und 3. Gruppe wurde ausserdem N. medianus und N. ulnaris ein Stück oberhalb der Ellbogengelenkfläche, oberhalb des Abgangs der motorischen Äste freigelegt.

Experiment.

Bei dem auf obenstehende Weise vorbereiteten Tiere wurde die erste Cervicalwurzel des Plexus brachialis nahe bei For. intervertebrale fest unterbunden und zentral darum durchschnitten. Als Reizmittel wurde teils elektrischer Strom und teils mechanische Reizung verwendet. Der elektrische Strom wurde von einer Batterie seriengekoppelter Salmiakelemente geliefert, die mit einem Du Bois Reymond-Schlitteninduktor verbunden waren. Von diesen gingen isolierte Leitungsdrähte aus zu in 4 mm Abstand von einanderliegenden isolierten Elektroden. Die Elektroden wurden in Kontakt gebracht mit dem zentral um die Unterbindungsstelle liegenden Teile der abgeschnittenen Segmentalwurzel, worauf der Strom abwechselnd geschlossen und unterbrochen wurde, ohne dass irgend eine Muskelzuckung beobachtet werden konnte, welche Lage auch immer die sekundäre Rolle auf dem Schlitteninduktor einnahm. Diese als Kontrolle getroffenen Anordnungen waren derart, dass man mit keinerlei Ausbreitung der elektrischen Ströme auf die anderen Segmentalwurzeln zu rechnen brauchte. Mit einer Verschlusspincette wurde ein Teil des die Segmentalwurzel umgebenden Bindegewebes erfasst, um dieselbe zu fixieren. Die Segmentalwurzel wurde darauf direkt unterhalb der Unterbindungsstelle abgeschnitten und dabei gleichzeitig sorgfältig beobachtet, welche Muskeln sich kontrahierten. Das freie Ende der Segmentalwurzel wurde durch Öffnungs- bzw. Schliessungsinduktionsschläge gereizt, deren Stärke durch Verschiebung der sekundären Rolle reguliert wurde, wobei aufmerksam zu beobachten war, welche Muskeln sich kontrahierten. Wo man

wegen der tiefen schwer erreichbaren Lage des Muskels diesen nicht sehen konnte, galt als Kriterium der Muskelkontraktion seine Verkürzung oder Verdickung, die durch direkte Palpation beobachtet wurde. Auf diese Weise und in derselben Reihenfolge und Ordnung wurden sämtliche Segmentalwurzeln des Plexus brachialis behandelt und das Verhalten der verschiedenen Muskeln dabei studiert.

Zur Kontrolle des bei Beobachtung der oben beschriebenen Methode erhaltenen Resultates wurde ein bestimmter Muskel genommen und sein Verhalten studiert, wenn eine Segmentalwurzel nach der andern gereizt wurde. Mit den sämtlichen fraglichen Muskeln der Vorderextremitäten wurde auf dieselbe Weise verfahren. Die Experimente konnten in den meisten Fällen ohne irgend eine nennenswerte Einwirkung des Ermüdungsphänomens auf die Muskeln ausgeführt werden. Einmal dauerte ein solches Experiment mit einem Ferkel ca. 80 Minuten, ohne dass irgendwelche Störungen sich zeigten, dank des Umstandes, dass Muskeln und Nerven die ganze Zeit über feucht und bei Körpertemperatur erhalten wurden.

Die Resultate der Segmentaluntersuchungen durch mechanische und elektrische Reizungen stimmten völlig miteinander überein. Dieselben gehen für Antebrachium aus der Tabelle (S. 612) hervor.

Nach beendigtem Experiment wurde das Tier durch Blutentziehung — einen Schnitt in A. carotis — getötet, worauf Plexus brachialis mit den dazugehörenden Nervenästen herauspräpariert und signiert wurde. Nach Maceration und Färbung wurde der Verlauf der verschiedenen Muskelnervenäste bis in ihre respektiven Segmentalwurzeln vermittelst Auffaserung untersucht. Das Resultat dieser Untersuchung stimmte mit dem oben angegebenen Resultat der Experimente überein.

Die nächste Gruppe von Experimenten bezweckte die Kontrolle der Präparationsresultate darüber, welche Muskeln des Unterarmes von Medianus und welche von Ulnaris innerviert werden.

Muskeln	Equus caballus	Bos taurus	Capra hircus	Ovis aries	Sus scrofa domesticus	Canis familiaris
M. pronator teres	—[1]	7. u. 8. C. W.	7. C. W.	7. C. W.	7. C. W.	7. (u. 8.)[2] C. W.
M. pronator quadratus	—	—	—	—	—	7. u. 8. C. W.
M. flexor carpi radialis . . .	7 u. 8 C. W.	8. C. W. u. 1. Th. W.	7. u. 8. C. W.	7. u. 8. C. W.	7. u. 8. C. W.	7. u. 8. C. W.
M. flexor carpi ulnaris . . .	(8 C. W.) 1. u. 2. Th. W.	(8. C. W.) 1. u. 2. Th. W.	8. C. W. u. 1. Th. W.	8. C. W. u. 1. Th. W.	8. C. W. u. 1. Th. W.	8. C. W. 1. (u. 2.) Th. W.
M. flexor digitorum sublimis .	8. C. W. u. 1. Th. W.	8. C. W. u. 1. Th. W.	8. C. W. u. 1. Th. W.	8. C. W. u. 1. Th. W.	8. C. W. u. 1. Th. W.	8. C. W. u. 1. Th. W.
M. palmaris longus	8. C. W. u. 1. Th. W.	8. C. W. u. 1. Th. W.	8. C. W. u. 1. Th. W.	8. C. W. u. 1. Th. W.	8. C. W. (u. 1. Th. W.)	8. C. W. u. 1. Th. W.
M. flexor pollicis longus . . .	8. C. W. u. 1. Th. W.	7. u. 8. C. W.	8. C. W.	8. C. W.	8. C. W.	(7 u.) 8. C. W.
Caput humerale d. M. flexor digitorum profundus	8. C. W. 1. u. 2. Th. W.	—	—	—	—	8. C. W., 1. u. (2. Th. W.)
Medialen Portion		8. C. W. u. 1. Th. W.	8. C. W. u. 1. Th. W.	8. C. W. u. 1. Th. W.	8. C. W. u. 1. Th. W.	
Lateralen Portion	—	8. C. W. u. 1. Th. W.	8 C. W. u. 1. Th. W.	8. C. W. u. 1. Th. W.	8. C. W. u. 1. Th. W.	—
M. interflexorius	—	8. C. W.	8. C. W.	8. C. W.	8. C. W.	8. C. W.

[1]) Nicht muskulös bei Versuchstieren.

[2]) Das variierende Resultat steht in Parenthese.

In dem Falle, wo nach Beendigung des vorhergehenden Experimentes in den Nerven noch keine Müdigkeitssymptome eingetreten waren, wurden Medianus und Ulnaris in Höhe des distalen Drittels von Brachium = oberhalb der meist proximal gelegenen motorischen Äste der Unterarmmuskeln freigelegt. N. medianus und dann N. ulnaris wurden mit schwachem Strome gereizt und dabei die Kontraktion der verschiedenen Muskeln studiert. Besonders schwer war es, die Innervierungen der verschiedenen Portionen von Caput humerale des M. flexor digitorum profundus beim Pferde klar zu legen. Wie erwähnt, sind diese Muskelportionen sehr fest miteinander verbunden. Als Folge davon wird Caput humerale sowohl bei einer Medianus- wie auch scheinbar bei einer Ulnarisreizung total verkürzt.

Betrachtet man indessen auf der Oberfläche die Muskelfädenbüschel von diesem freigelegten Caput humerale selbst näher, so wird man finden, dass bei einer Medianusreizung der ganze Muskel, d. h. also sowohl die laterale wie auch die beiden medialen Portionen kontrahiert werden; bei einer Ulnarisreizung dagegen erhält er nur in der lateralen Portion eine aktive Kontraktion, während die beiden medialen Portionen passiv verkürzt werden auf Grund ihrer festen Verbindung mit der lateralen. Weiterhin kann man bei Ulnarisreizung teils durch Palpation eine deutliche Kontraktion in der lateralen, aber nicht in den medialen Portionen beobachten, und teils durch Abschneiden der Sehne des Caput humerale oberhalb Carpus und Freipräparieren des Muskels von den benachbarten Geweben an den peripheren Enden eine (wenn zuweilen auch schwache) laterale Verschiebung nachweisen.

Die Resultate dieser Experimente stimmen voll und ganz überein mit den Präparierergebnissen bei Pferd, Schaf, Ziege, Schwein und Hund. Beim Kalbe dagegen hat das Resultat in einem von sechs untersuchten Fällen soweit divergiert, dass in diesem einen Falle bei Ulnarisreizung eine deutliche Kontraktion

auf beiden Portionen des Caput humerale des M. flexor digitorum profundus erhalten wurde. Beim Hunde hatte ich Gelegenheit, diese Versuche nur an fünf Tieren vorzunehmen. In bezug auf Innervierungen von M. palmaris longus ergab sich hier als Resultat, dass dieser bei zwei Tieren sowohl vom Medianus wie auch vom Ulnaris innerviert wurde, während bei den drei übrigen Tieren nur die Ulnarisreizung eine Kontraktion in dem Muskel hervorrief.

Der Zweck der dritten Gruppe von Experimenten war die Ermittlung der Ausbreitung von Ulnaris und Medianus in den doppelt innervierten Muskeln und der Vergleich dieser Innervierung mit der Segmentalinnervierung.

Dieses Experiment wurde an Kalb, Schaf und Schwein (einen halben Monat alt) ausgeführt. Die Muskeln, um die es sich hier handelte, waren beim Schweine die laterale Portion von Caput humerale des M. flexor digit. profund., bei den übrigen Tieren derselbe Muskel und M. flexor digitorum sublimis. Der Versuchsplan ging in Übereinstimmung mit den Experimenten Lederers und Lembergers (48) am Kaninchen davon aus, die Muskel in isotonischer Anordnung arbeiten zu lassen. Die Tiere wurden betäubt und vorbereitet, wie es bei dem Experiment der ersten Gruppe angegeben wurde. Die Sehnen des M. flexor digitorum sublimis wurden direkt über der Inserierung auf die zweite Phalange und die des M. flexor digitorum profundus direkt über dem Metacarpo-Phalangealgelenk abgeschnitten und danach wurden die Sehnen aller in diese letztere gemeinsame Sehne übergehenden Muskelportionen mit Ausnahme von der lateralen Portion des Caput humerale abgeschnitten. Die Insertionssehnen des M. flexor digitorum sublimis wurden mit einem kräftigen Faden verbunden, der über eine leicht rotierende Rolle glitt, und der am anderen Ende an einer Wagschale befestigt war. Es waren solche Anordnungen getroffen worden, dass die Fehlerquellen, die durch Friktionen und Ähnliches mit

in die Rechnung gestellt werden mussten, soviel wie möglich verringert wurden. Auf der Rolle war ein langer Zeiger befestigt, der es ermöglichte, die Rotationen derselben genau zu beobachten. Der Zeiger war mit einem Stift versehen, der bei der Rotation der Rolle auf eine nebenstehende Pappscheibe zeichnete. Nachdem das Experiment mit diesem Muskel beendet war, wurden die Anordnungen für die laterale Portion des Caput humerale von M. flexor digitorum profundus auf dieselbe Weise getroffen.

Zuerst wurde durch Veränderung der Lage der zweiten Rolle auf dem Schlitteninduktor die maximale Reizstärke für die 8. C. W. und die 1. Th. W. in jedem Muskel für jede Segmentalwurzel besonders und dann für beide zusammen bestimmt. Auf dieselbe Weise wurde mit Medianus und Ulnaris getrennt verfahren und darauf ebenso mit beiden zusammen. Die Länge der Rotationskurven, die der Zeiger bei Maximalreizung beschrieb, war bei wiederholten Reizversuchen konstant für dasselbe Tier auf demselben Nerv und Muskel, variierte jedoch bedeutend in der Länge für verschiedene Individuen, Nerven und Muskeln. Die Lage der sekundären Rolle auf dem Schlitteninduktor wurde in jedem besonderen Falle der Maximalreizung zum Zwecke der rechten Plazierung bei Belastungsversuchen aufgezeichnet.

Bei der Belastungsprobe wurden so viele Gewichte in die Wagschale plaziert bis bei Maximalreizung des Nerven keine Rotation der Rolle beobachtet werden konnte. Auch konnte ich in jedem besonderen Falle mit den Gewichten so nahe kommen, dass nach schwacher Rotation mit um 100 g erhöhter Belastung keine Rotation beobachtet werden konnte. — Die Tiere waren während des Experimentes gut fixiert, so dass denkbare Fehlerquellen durch deren Verschiebung in einer oder der anderen Richtung eliminiert werden konnten.

Die verschiedenen Typen des Resultats bei diesen Reizungsversuchen sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt.

Tier n:r	Lat. Port. von Cap. hum. des M. flex. dig. prof.			M. flexor digitor. sublimis		
	Schwache Rotation bei Belastung von	Keine Rotation bei Belastung von	Länge der Rotationskurve bei Maximalreizung	Schwache Rotation bei Belastung von	Keine Rotation bei Belastung von	Länge der Rotationskurve bei Maximalreizung
Schaf I	N. medianus.					
	3650 + W.[1])	3750 + W.	a	8150 + W.	8250 + W.	b
	N. ulnaris.					
	3650 + W.	3750 + W.	a_{I}	10150 + W.	10250 + W.	b_{I}
	Medianus + Ulnaris.					
	6150 + W.	6250 + W.	a_{II}	11650 + W.	11750 + W.	b_{II}
	8. C. W.					
	4100 + W.	4200 + W.	c	7100 + W.	7200 + W.	d
	1. Th. W.					
	6150 + W.	6250 + W.	c_{I}	11650 + W.	11750 + W.	d_{I}
	8. C. W. + 1. Th. W.					
	6150 + W.	6250 + W.	c_{II}	11650 + W.	11750 + W.	d_{II}
Schaf VI	N. medianus.					
	4850 + W.	4950 + W.	e	4750 + W.	4850 + W.	f
	N. ulnaris.					
	4750 + W.	4850 + W.	e_{I}	6950 + W.	7050 + W.	f_{I}
	Medianus + Ulnaris.					
	7050 + W.	7150 + W.	e_{II}	11150 + W.	11250 + W.	f_{II}
	8. C. W.					
	7050 + W.	7150 + W.	g	5000 + W.	5100 + W.	h
	1. Th. W.					
	7050 + W.	7150 + W.	g_{I}	11150 + W.	11250 + W.	h_{I}
	8. C. W. + 1. Th. W.					
	7050 + W.	7150 + W.	g_{II}	11150 + W.	11250 + W.	h_{II}

[1]) W = 50 g = das Gewicht der Wagschale. Alle Masse sind in g und cm angegeben.

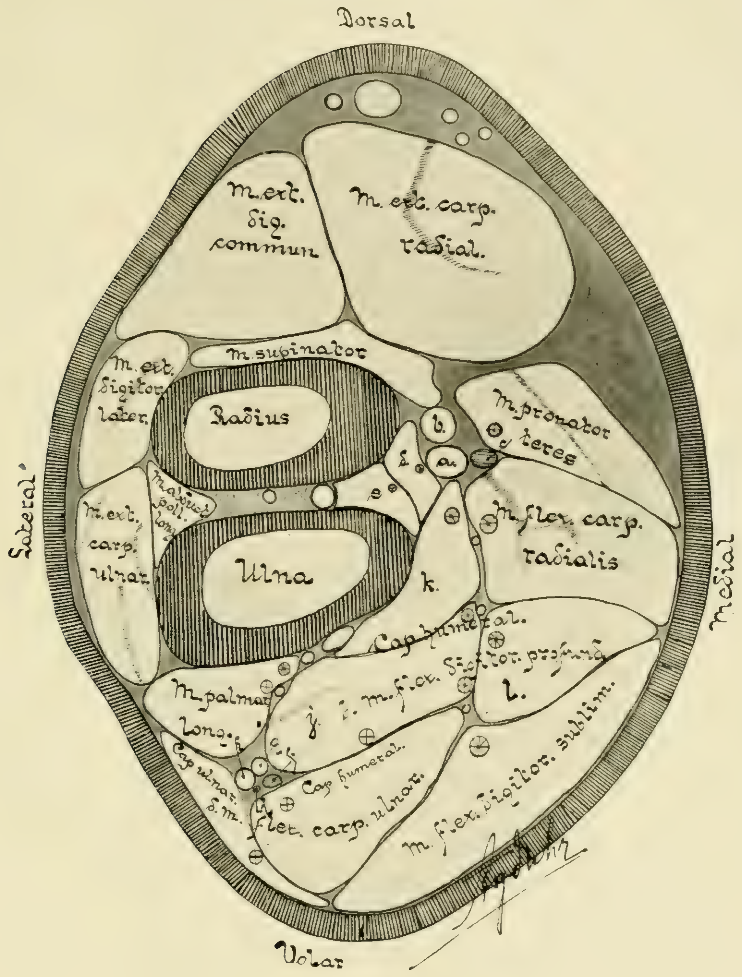


Fig. 11.
Gefrierquerschnitt des Vorderarms vom Hunde. Der Schnitt ist zwischen dem proximalen 1. und 2. Viertel gelegt.

a) A. mediana. b) V. mediana. c) N. medianus. d) M. flex. poll. long. e) M. pronat. quadrat. f) N. ulnaris. g) A. coll. ulnar. h) V. coll. ulnar. i) Ram. dorsal. des N. ulnar. j + k + l) Caput humerale des M. plex. dig. prof. und j) seine laterale, k) seine medio-dorsale, l) seine medio-volare Portion.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden

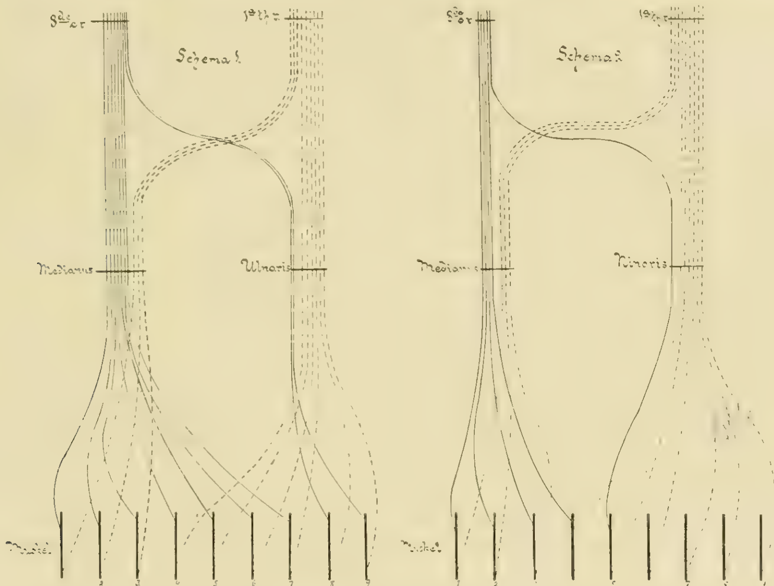
Die Länge der Rotationskurven jeder Drei-Gruppe verhält sich zueinander wie die Gewichte bei der Maximalbelastung.

Nach beendetem Experiment wurde Plexus brachialis anatomisch durch Ausfaserung untersucht und es zeigte sich dabei, dass für die hier angegebenen Fälle die Nervenäste des Medianus und Ulnaris sowohl für M. flexor digitorum sublimis wie auch für die laterale Portion des Caput humerale vom M. flexor digitorum profundus jeder sowohl von der 8. C. W., wie auch von der 1. Th. W. kamen.

Die Kontraktionskraft eines Muskels bei Maximalreizung ist proportional dem „physiologischen Muskelquerschnitt". Dasselbe wird durch den Satz ausgedrückt: Die Grösse eines Innervierungsgebietes für einen Nerv in einem Muskel ist der Kontraktionskraft des fraglichen Muskels bei Maximalreizung des Nerven proportional. Werden obenstehende, in den Tabellen angegebene Maximalbelastungen für die lateralen Portionen des Caput humerale von M. flexor digitorum profundus bei der Maximalreizung von N. ulnaris und N. medianus, besonders auch die den beiden gemeinsam verglichen, so scheint sich zu ergeben, dass sich ein und derselbe Teil dieses Muskels sowohl bei der Medianus- wie auch bei der Ulnarisreizung kontrahiert. Mit andern Worten: es gibt im Muskel wahrscheinlich ein Gebiet, wo jeder Muskelfaden motorische Fäden sowohl vom Medianus wie auch vom Ulnaris erhält. Dieser doppelt innervierte Teil scheint seiner Grösse nach bei den verschiedenen Individuen bedeutend zu variieren. In den vier in den Tabellen angegebenen Fällen repräsentiert er eine Kontraktionskraft von 1300 g für Schaf I, 2700 g für Schaf VI, 2000 g für Kalb III und 350 g für Schwein II. Diese Experimente beweisen auch, dass das Gebiet, welches Medianus und Ulnaris in dem Muskel innervieren, mit einander verglichen, an Ausdehnung bedeutend variieren. Die Gebiete sind z. B. gleich gross bei Schaf I, das für Medianus ist das grösste bei Schaf IV

und das für Ulnaris das grösste bei Kalb III. Die Präparierungen haben dasselbe ergeben, teils durch Verfolgung der Verbreitung der intramuskulären Zweige und teils durch die Stärke der Nervenäste, welch letztere für Schwein aus der Tabelle am Ende dieser Arbeit hervorgeht.

Noch grösseres Interesse bieten die Resultate, die durch Reizung der Segmentalwurzeln erhalten werden. Aus oben-



Textfigur 13 und 14.

8_{de}. c. r. = 8. C. W. 1_a th. r. = 1. Th. W. Weitere Erklärung im Text.

stehenden Tabellen geht hervor, dass der Muskel bei Schaf VI, Kalb III und Schwein II ganz doppelt innerviert war, während er bei Schaf I nur teilweise, entsprechend 4250 g Kontraktionskraft, doppelt innerviert war.

Für Schaf VI wurde bei Reizung der Segmentalwurzeln ein Resultat erhalten, welches darauf deutete, dass jeder Muskelfaden doppelt innerviert sein musste, während bei Reizung von Medianus und Ulnaris das Resultat den Schluss zuliess, dass

nur ein Teil der Muskeln doppelt innerviert war. Lassen sich nun diese beiden Resultate vereinigen oder nicht? Auch die Präparations- und Zerfaserungsresultate deuten darauf, dass sie sich sehr wohl vereinigen lassen. Bei Auffaserung konnten die Nervenäste zu diesen Muskeln sowohl von Medianus als auch von Ulnaris bis zur 8. C. W. und 1. Th. W. hinauf verfolgt werden. Schema 1, Fig. 13 gibt den approximativen Verlauf der Nervenfäden in diesen und ähnlichen Fällen an und zeigt, dass Medianus und Ulnaris ein gemeinsames Innervierungsgebiet (Fäden 4, 5, 6 und 7) haben, und dass die 8. C. W. und die 1. Th. W. jede sämtliche Muskelfäden innerviert, ein Verhältnis also, das vollkommen übereinstimmt mit dem Resultat der Experimente. Auf analoge Weise erklärt Schema 2, Fig. 14, von demselben Tiere das Verhalten des oberflächlichen Zehenbeugers bei entsprechenden Reizungen. Die Resultate der Experimente bei den übrigen Tieren werden leicht auf gleiche Weise erklärt.

Das Übergreifen der Innervierungsgebiete zweier Segmentalnerven in einem und demselben Muskel hat unter den Forschern auf diesem Gebiete sowohl seine Bekämpfer, wie seine Verteidiger. Bolk (9, 10) hegt die Ansicht, dass ein solches Übergreifen der Innervierungsgebiete zweier Segmentalnerven in den meisten Extremitätsmuskeln von Menschen nicht vorkommt. Dagegen ist von Schumacher (73) auf präparatorischem Wege zu dem Resultat gekommen, dass bei allen Muskeln der oberen Extremitäten bei dem Menschen diese Innervierungsgebiete der Segmentalnerven ineinander übergreifen.

Sherrington (75, 76) ist auf präparatorischem Wege bei Affen in den meisten Fällen zu dem ähnlichen Resultat gekommen wie der letztere, wie auch R. Lederer und F. Lemberger (48) für den Zehenbeuger auf den vorderen Extremitäten bei Kaninchen. Gad (34) dagegen gibt an, dass für Gastrocnemius und für einige Oberschenkelmuskeln bei Fröschen die

Innervationsgebiete voneinander getrennt sind. Dasselbe sagt Goodrich (37) für Selachier, während Braus (14) das gegenteilige Verhalten bei diesem Tiere beweist.

Müller E. (55, 56) ist bei Selachiern zu einem Resultat gekommen, das im Prinzip mit dem von Braus übereinstimmt bezüglich des Übergreifens der Innervierungsgebiete der Segmentalnerven ineinander. Doch sind die beiden Forscher in bezug auf die Ausdehnung eines solchen Übergreifens verschiedener Ansicht. Dieselbe ist nach Müller in der Regel geringer als die von Braus angegebene. In einer 1910 veröffentlichten Abhandlung gibt auch Goodrich (38) Braus im Prinzip recht. Goodrichs Beobachtungen stimmen in bezug auf den Grad des Übergreifens der Innervierungsgebiete in einander mit denen von Müller E. überein.

Auch rein embryologisch dürfte ein solches gegenseitiges Übergreifen der verschiedenen Nervenzonen in einem Muskel erklärt werden können, ohne dabei auf die Muskelbrücken de Moliers zurückzugreifen oder mit Paterson (61) und andern davon auszugehen, dass sich die Extremitätsmuskeln der höheren Vertebraten ausschliesslich aus dem mesoblastischen Zellmaterial, völlig getrennt von den Myotomen entwickeln. Das Rechte dürfte hier sein, dass sich die Extremitätsmuskeln der höher stehenden Vertebraten aus einer teils aus Myotomen und teils aus mesoblastischem Zellmaterial herstammenden einheitlichen Masse entwickeln, die dorsal und ventral von einem axialen Blastem liegt. Die Differenzierung in die verschiedenen Muskelindividuen entsteht durch Spaltbildung in dieser indifferenten Zellmasse. Nerven werden von Neuroblasten gebildet und erreichen durch freies Wachstum die Muskelmasse. (His, Cajal, Harrison, Müller E. u. a.)

Die Schlussresultate der Untersuchungen an dem angegebenen Material können in Kürze wie folgt zusammengefasst werden:

N. medianus wird von Nervenfäden gebildet von der

7. 8. C. W., 1. (und 2.)[1] Th. W. bei Equidae.

7. 8. C. W. und 1. Th. W. bei Cervidae, Bovidae, Ovidae, Canidae und Felidae.

(6.) 7. 8. C. W. und 1. Th. W. bei Suidae.

Diese Segmentalursprünge gruppieren sich zu zwei Stämmen, von denen der eine lateral und der andere medial von A. axillaris geht. Die beiden Stämme vereinigen sich direkt unter A. axillaris miteinander und bilden den einheitlichen N. medianus. Am längsten distal liegt diese Verbindung bei Canidae, wo sie sich gewöhnlich in Höhe mit dem distalen Ende von Brachium befindet. Der lateral von A. axillaris verlaufende Nervenstamm entspringt bei Equidae von der 7. und 8. C. W., bei Cervidae, Bovidae, Ovidae, Canidae und Felidae von der 7. C. W., bei Suidae von der (6.) und 7. C. W. Der medial von der Arterie liegende Stamm kommt bei Equidae von der 8. C. W., 1. (und 2.) Th. W., bei Cervidae, Bovidae, Ovidae, Canidae und Felidae von der 8. C. W. und der 1. Th. W., bei Suidae von der 7., 8. C. W. und der 1. Th. W. Daraus geht hervor, dass diese Schlinge — Ansa axillaris —, welche Medianus um A. axillaris bildet, bei Equidae und Suidae dorsal geschlossen, aber bei Cervidae, Bovidae, Ovidae, Canidae und Felidae in Übereinstimmung mit dem Verhältnis beim Menschen, dorsal offen ist. Mit dem lateral von A. axillaris gehenden Teile von Ansa axillaris verbindet sich in mehr oder weniger langer Ausdehnung N. musculo-cutaneus, der bei Equidae, Cervidae, Bovidae und Ovidae einen inkonstanten Ast mit dem medial von A. axillaris verlaufenden Stamme des Medianus hinauf zur 8. C. W. sendet.

[1] Ziffern in Parenthese geben den Segmentalursprung an, der bei dem untersuchten Material variiert hat.

N. musculo-cutaneus, der von der (6.) 7. (u. 8.) C. W. bei Equidae, von der 6. 7. (u. 8.) C. W. bei Cervidae, Bovidae, Ovidae, von der (5.) 6. und 7. C. W. bei Suidae, von der (6.) und 7. C. W. bei Canidae, und von der 6. und 7. C. W. bei Felidae kommt, verlässt den erwähnten lateral von A. axillaris gehenden Nervenstamm ganz in Höhe mit dem proximalen Drittel von Brachium bei Felidae. Auf der entsprechenden Stelle gehen bei Equidae, Bovidae, Ovidae, Cervidae, Suidae und Canidae motorische Äste des M. coracobrachialis und M. biceps brachii ab. In Höhe mit dem distalen Drittel von Brachium verlässt der übrige Teil von N. musculo-cutaneus (nämlich der motorische Ast des M. brachialis und N. cutaneus antebrachii lateralis) bei Canidae gewöhnlich den lateral von A. axillaris verlaufenden Stamm des Medianus und bei Equidae, Bovidae, Ovidae, Suidae (und Canidae) den einheitlichen N. medianus.

N. ulnaris wird gebildet von Teilen der
(8. C. W.) 1. und 2. Th. W. bei Equidae,
8. C. W., 1. und 2. Th. W. bei Bovidae,
8. C. W. 1. (und 2.) Th. W. bei Cervidae und Ovidae,
8. C. W. und 1. Th. W. bei Suidae,
8. C. W., 1. (und 2.) Th. W. bei Canidae,
8. C. W. und 1. Th. W. bei Felidae.

Der Nerv ist auf längere oder kürzere Ausdehnung mit dem Ursprung des Medianus von der entsprechenden Segmentalwurzel verbunden.

N. cutaneus antebrachii medialis wird gebildet von der 8. C. W. und 1. Th. W. bei Suidae, von der 1. Th. W. bei Cervidae, Bovidae, Ovidae, Felidae und Canidae; von der 1. und 2. Th. W. bei Equidae. Der Nerv gleicht bei Felidae in bezug auf seine Verbindung mit N. ulnaris demjenigen bei dem Menschen, während er bei den übrigen Tieren gewöhnlich mit Ulnaris bis zu dem distalen Drittel von Brachium verbunden läuft.

M. pronator teres ist konstant vorgekommen. Bei Cer-

vidae (C. tarandus ausgenommen), Bovidae, Ovidae und andeutungsweise bei Suidae ist ausser dem oberflächlichen (mediovolaren) noch ein tiefer (dorso-lateraler) Ursprung von Condylus medialis humeri konstant vorgekommen; zwischen den beiden Ursprüngen verlief N. medianus mit den ihn begleitenden Gefässen. Die tiefe Portion zeigte bei einigen Tieren ein Verhalten, welches die Deutung zuliess, dass sie der ulnaren Portion beim Menschen homolog sei.

Innervierung: N. medianus.

7. C. W. (und 8. C. W.).

M. pronator quadratus kommt konstant vor bei Canidae und Felidae. Während seine Breite bei Canidae den grössten Teil der distalen zwei Drittel von Antebrachium umfasst, liegt er bei Felidae vorzugsweise auf dem distalen Drittel des Unterarms ausgebreitet, so dass also hier sowohl die Form wie auch die Lage mehr seinem Verhalten beim Menschen gleichen.

Innervierung: N. medianus.

7., 8. C. W. (und 1. Th. W.).

M. flexor carpi radialis wird von N. medianus innerviert.

7. und 8. C. W.

M. flexor carpi ulnaris hat einen humeralen und einen ulnaren Ursprung, die beide konstant vorkommen mit Ausnahme von Suidae, wo der ulnare Ursprung in 20% aller Fälle gefunden wird. Bei Ovidae war der ulnare Ursprung ganz sehnig. Der ganze Muskel wird konstant von N. ulnaris innerviert.

8. C. W. 1. (und 2.) Th. W.

M. flexor digitorum sublimis ist intim verbunden mit Caput humerale des M. flexor digitorum profundus bei Equidae. Bei Cervus capreolus, tarandus, dama und alces verhält sich der Muskel hauptsächlich wie bei Bos taurus mit der Ausnahme, dass bei den zuletzt genannten drei die Insertionssehnen nicht, wie bei Bovidae und Ovidae, miteinander zusammen-

wachsen in Höhe der distalen Hälften des Metacarpus — bei Cervus capreolus findet eine kurze lose Verwachsung durch Bindegewebe statt —, sondern sie gehen wie bei Suidae voneinander getrennt abwärts zu ihren Phalangealinserierungen. Volar von der volaren Portion des Muskels geht in Höhe mit dem distalen Drittel des Unterarmes bei Cervus capreolus, alces und tarandus ein Muskel ab, dessen Sehne in die Metacarpalfascie übergeht. Von der dorsalen Seite des Muskels entspringt in Höhe mit dem proximalen Drittel bei Sus srofa domesticus ein Muskel, dessen Sehne in die Sehnen des M. flexor digitorum profundus übergeht. Auf derselben Seite spaltet der Muskel in Höhe des distalen Drittels des muskulösen Teiles einen (bis zwei Suidae) mehr oder weniger gut begrenzte Muskel ab, dessen Sehne ebenfalls mit der Sehne des M. flexor digitorum profundus verschmilzt. Dieser Muskel tritt bei Equidae variabel, bei Bovidae, Ovidae, Cervidae und Suidae konstant auf. Innervierung: Equidae, konstant N. ulnaris. Bovidae, Ovidae, Cervidae, Suidae, Canidae und Felidae konstant N. medianus und daneben N. ulnaris bei Bovidae in 54%, bei Ovidae in 55% und bei Cervidae in 44% aller Fälle.

8. C. W. 1. (und 2.) Th. W.

M. flexor digitorum profundus hat einen ulnaren, einen radialen und einen humeralen Ursprung.

Der ulnare Ursprung, M. palmaris longus kommt konstant vor. Seine Sehne geht in die Insertionssehne des tiefen Zehenbeugers über, Innervierung: konstant N. ulnaris und ausserdem bei Canidae in 70% aller Fälle auch N. medianus.

8. C. W. und 1. Th. W.

Der radiale Ursprung, M. flexor pollicis longus kommt konstant vor. Seine Sehne geht bei den untersuchten Tieren in die einheitliche Insertionssehne des tiefen Zehenbeugers über. Eine Ausnahme davon bildet jedoch Ovis aries,

bei welchem Tiere die Insertionssehne, ohne sich mit der Sehne des tiefen Zehenbeugers zu verbinden, abwärts zum Metacarpus geht und dort proximal und medio-volar inseriert. Bei Canidae und Felidae befreit sich die Sehne nach einer kurzen Verbindung mit der Sehne des tiefen Zehenbeugers und läuft abwärts zur ersten Zehe, wo sie inseriert. Innervierung: konstant N. medianus.

(7.) 8. C. W. (und 1. Th. W.).

Der humerale Ursprung ist in drei Portionen geteilt (eine laterale, eine medio-volare und eine medio-dorsale) bei Equidae, Canidae und Felidae (ausserdem auch bei C. alces). Bei Suidae kommt ausnahmsweise Dreiteilung vor (13,6 % der Fälle meines Materials) in der Regel jedoch nur Zweiteilung — eine laterale und eine mediale Portion. Bei Cervidae kommen sowohl eine (Cervulus muntjac — Windle and Parsons) wie auch zwei (u. a. Cervus capreolus, dama und tarandus) und drei Portionen (Cervus alces) desselben Muskels vor. Bei Bovidae und Ovidae ist der Muskel regelmässig in nur zwei Portionen geteilt — eine mediale (radiale) und eine laterale (ulnare). Innervierung: N. medianus konstant den ganzen humeralen Ursprung. Die laterale Portion wird ausserdem konstant von N. ulnaris innerviert. Als seltene Varietät tritt bei Bovidae ausserdem eine Innervierung der medialen (radialen) Portion durch N. ulnaris auf.

8. C. W. 1. (und 2.) Th. W.

Von Verbindungen zwischen M. flexor digitorum profundus und sublimis kommen teils solche vor, die zwischen dem muskulösen Teil des zuletzt genannten Muskels und der Insertionssehne des erstgenannten Muskels gehen und teils solche, welche zwischen den beiden nebeneinanderliegenden Insertionssehnen der beiden Muskeln laufen. Die erste Gruppe von Verbindungen lässt sich in eine medio-proximale (ein Muskel) und eine latero-

distale (ein bis zwei Muskeln) teilen. Diese beiden Verbindungen kommen bei Suidae vor. Die distale findet sich ausserdem inkonstant bei Equidae, konstant bei Bovidae, Ovidae und Cervidae. Verbindungen zwischen den gegeneinander liegenden Insertionssehnen des Zehenbeugers, M. interflexorius [Agduhr (2)] kommen konstant bei Bovidae, Ovidae, Cervidae, Suidae, Canidae und Felidae vor. Innervierung: N. medianus.

(7.) und 8. C. W.

Bei Felidae innerviert N. ulnaris auch eine zu M. triceps brachii gehörende Muskelportion, welche auf dem For. supracondyloideum medial begrenzenden Knochensteg entspringt und auf Olecranon inseriert.

Abnormitäten über das oben von dem Innervierungsgebiete der motorischen Nerven bei Bovidae Angegebene hinaus habe ich nicht gefunden. Dagegen waren Abnormitäten bezüglich der Verteilung der Nerven nicht so ungewöhnlich. Besonders gilt das von N. ulnaris beim Pferde, wo in 10% aller Fälle eine Verteilung der Nerven in Ramus profundus und Ramus superficialis in Höhe mit der Ellbogengelenkfläche und proximal davon stattfand.

Gewisse oben beschriebene regelmässige Verhältnisse bei den fraglichen Tiergruppen zeigen eine Übereinstimmung mit Variationen beim Menschen [Gegenbaur, Frohse und Fränckel (35, 33)], sowohl bezüglich der Verbindungen der Nerven im Plexus brachialis und in ihrem Innervierungsgebiete, als auch bezüglich der Verhältnisse der Muskeln. Andrerseits zeigen teils regelmässige Verhältnisse bei einigen Tiergruppen und teils Abnormitäten bei andern solche Eigenschaften, die mit den regelmässigen Verhältnissen beim Menschen übereinstimmen.

Die Stärke der Nervenäste ein und desselben Tieres verhält sich proportional zu der Grösse ihres Innervierungsgebietes. Bei verschiedenen Individuen ein und derselben Familie, z. B. Canidae und Suidae, beruht die relative Stärke der Nervenäste

mehr auf dem Alter der Tiere als auf deren Grösse (Tabellen); weil das epi- und perineurale Bindegewebe bei alten Tieren bedeutend stärker ist als bei jungen.

Die meisten Muskeln auf dem Unterarm sind plurineurale. Durch Medianus und Ulnaris doppelt innerviert ist bei sämtlichen Tiergruppen die laterale Portion des Caput humerale von M. flexor digitorum profundus; bei Cervidae, Bovidae und Ovidae gewöhnlich auch M. flexor digitorum sublimis; bei Canidae gewöhnlich noch M. palmaris longus.

In den doppelt innervierten Muskeln hat N. ulnaris regelmässig den proximalen und N. medianus den distalen Teil. Die motorischen Äste von Ulnaris verlassen den Hauptstamm regelmässig länger proximal als die vom Medianus.

Das Innervierungsgebiet variiert betreffs der Ausdehnung der beiden Nerven in ein und demselben Muskel, so dass für verschiedene Tiere Medianus zuweilen das grössere und zuweilen das kleinere Gebiet hat. Bei demselben Tiere kommt es auch vor, dass Medianus auf der einen Extremität das grössere und auf der anderen das kleinere Gebiet hat (Tabellen).

Intramuskuläre Anastomosen habe ich in einer Mehrzahl von Fällen in den von Medianus und Ulnaris doppelt innervierten Muskeln mit Sicherheit nachweisen können bei Equidae, Cervidae, Bovidae, Canidae und Felidae. Bei Canidae konnte ich in M. palmaris longus mehrere Fälle förmlicher intramuskulärer Plexus beobachten. Bei Canidae und Bovidae habe ich ausserdem an der Mehrzahl der Extremitäten extramuskuläre und Kombinationen von extra- und intramuskulären Anastomosen zwischen Medianus und Ulnaris nachweisen können.

Die Innervierungsgebiete der Nerven in ein und demselben Muskel scheinen bei Präparation der intramuskulären Äste unter der Lupe, ineinander überzugreifen.

Das Resultat der isotonischen Reizungsversuche, vorgenommen an Schaf, Ziege, Kalb und Schwein — unter Vermeidung der

denkbaren Fehlerquellen — deutet darauf, dass mindestens ein Teil Muskelfäden der untersuchten Muskeln — M. flexor digitorum sublimis und die laterale Portion vom Caput humerale des M. flexor digitorum profundus, — Nervenfäden von zwei aufeinander folgenden Segmentalnerven erhält. 8. C. W. und 1. Th. W.

Die Lage der klinischen (elektrodiagnostischen) Reizungspunkte für die verschiedenen Beugungsmuskeln auf dem Vorderarm geht aus Text und Tabellen hervor.

Stockholm, den 26. Mai 1914.

Nachtrag.

Während des Druckes dieser Abhandlung habe ich versucht einen morphologischen Beweis für die erhaltenen Resultate durch die isotonischen Reizversuche zu liefern. Ich bin jedoch bis jetzt noch nicht zu einem endgültigen Abschluss gekommen; einige hier und da beobachtete Verhältnisse indessen deuten darauf hin, dass ich auf dem rechten Wege bin.

N. r. d. Hundes	Nervus	M. flexor digitorum prof.					M. flexor digitorum sublimis
		M. palmaris longus	M. flexor poll. longus	Cap. humer.			
				Medio-dors. Port	Medio-vol Port	Lateral. Port	
							Hund
1r.	Medianus	—	$\frac{0,2/2}{1+2}+\frac{0,1/1}{3+4}+\frac{0,2/1}{4+5}$	$\frac{0,4/1}{i+2}$	$\frac{0,3/2}{i+2}$	$\frac{1,5/4}{i+4}$	$\frac{1.2/7}{0,5+2}$
1r.	Ulnaris	$\frac{0,4/2}{1,5+3}+\frac{0,3/1}{2+4}$ 1)	—	—	—	$\frac{1.2/3}{0,5+0.8}$	—
1l.	Medianus	—	$\frac{0,3/2}{0,5+3,5}$	$\frac{0,2/1}{i+1,5}$	$\frac{0,4/2}{i+3}$	$\frac{1,5/3}{i+5}$	$\frac{1/4}{0,5+3,5}$
1l.	Ulnaris	$\frac{0,2/1}{2+2,5}+\frac{0,1/1}{3+3,5}+\frac{0,2/1}{4+5}$	—	—	—	$\frac{1/1}{0,2+1}$	—
							Hund
3r.	Medianus	$\frac{0,3/1}{1+6,5}$	$\frac{0,4/2}{1+2,5}$	$\frac{0,8/2}{1+2,5}$	$\frac{0,6/3}{1+3,5}$	$\frac{1/2}{1+3,2}$	$\frac{1/5}{1+3}$
3r.	Ulnaris	$\frac{0,5/4}{i+1}$	—	—	—	$\frac{0,6/3}{1+1}$	
3l.	Medianus	$\frac{0,4/2}{0,5+6}$	$\frac{0,3/4}{0,6+3}$	$\frac{0,7/4}{i+2}$	$\frac{0,7/3}{i+3}$	$\frac{0,8/4}{i+3,5}$	$\frac{1,1/5}{1+2,8}$
3l.	Ulnaris	$\frac{0,4/5}{0,5+0,8}$	—	—	—	$\frac{0,8/6}{0,5+1,5}$	—
							Hund
5r.	Medianus	$\frac{0,7/3}{1,5+9}$	$\frac{0,8/5}{1,5+6}$	$\frac{0,8/3}{0,5+3}$	$\frac{0,7/2}{0,5+2,5}$	$\frac{1,2/6}{0,5+3,5}$	$\frac{1,5/3}{i+2,5}$
5r.	Ulnaris	$\frac{0,6/4}{3,5+3,5}$	—	—	—	$\frac{0,6/3}{i+1}$	—
5l.	Medianus	$\frac{0,6/2}{1+9}$	$\frac{0,7/4}{1+5,5}$	$\frac{0,8/4}{0,8+3}$	$\frac{0,9/4}{0,8+2}$	$\frac{1/4}{1+4}$	$\frac{1,3/4}{1+3}$
5l.	Ulnaris	$\frac{0,5/3}{3+3/5}$	—	—	—	$\frac{0,9/2}{i+0,8}$	—
							Hund
7r.	Medianus	—	$\frac{1/5}{2+6}$	$\frac{0,7/4}{2+3}$	$\frac{0,8/4}{2+3,5}$	$\frac{2/8}{2+3,8}$	$\frac{2/8}{2+4}$
7r.	Ulnaris	$\frac{0,5/4}{1+3}+\frac{0,4/3}{1,5+4}$	—	—	—	$\frac{1/4}{1+1}$	—
7l.	Medianus	—	$\frac{0,9/5}{1,7+5}$	$\frac{0,8/3}{1,7+3,2}$	$\frac{0,7/5}{1,7+4}$	$\frac{1,9/7}{1,7+4}$	$\frac{2,2/6}{1,7+3,8}$
7l.	Ulnaris	$\frac{0,7/5}{2+2,5}+\frac{0,4/4}{3+3,5}$	—	—	—	$\frac{1,2/5}{1+0,7}$	—

1) Über die Bedeutung der Bruchzahlen siehe Seite 521[2]).

M. flexor carpi ulnaris Cap. humerale	M. flexor carpi ulnaris Cap. ulnare	M. flexor carpi radialis	M. pronator teres.	M. pronator quadratus	Zweige an den Gefässen	Zweige an dem Ellenbogengelenk	Breite d. Nerv. mm
55 cm lang							
—	—	0,9/6 / 0,4 + 0,5	0,6/3 / 0 5 + 0,5	0,4/3 / N. int. + 2,5	0,1/3 / 1 + i + 0,2/2 / 2 + 3 + 0,1/2 / 3 + 4	0,4/2 / i + 0,4	3
1,2/3 / 0,4 + 1	1/1 / 1,5 + 0,2	—	—	—	0,3/6 / 2 + 2,5 + 0,2/2 / 3 + 4	—	3
—	—	0,9/3 / 0,4 + 2	0,5/2 / 1,5 + i	0,3/2 / 0,5 + 3	0,2/3 / 2 + 4	0,3/3 / 1 + i	3
1,5/2 / 0,2 + 1,5	1,2/2 / 1,5 + 0,4	—	—	—	0,3/5 / 0,5 + 2 + 0,1/2 / 2 + 3	—	3
64 cm lang							
—	—	0,9/4 / 1 + 0,8	0,5/2 / 1,5 + 0,5	0,7/4 / 1 + 3	0,1/3 / 1 + 1,5 + 0,2/2 / 2 + 3	0,5/2 / 1 + i	3,1
0,9/3 / 1 + 1	0,6/4 / 1,5 + 0,5	—	—	—	0,4/5 / 2 + 3	—	3
—	—	1/3 / i + 1	0,6/3 / 1,2 + 1	0,8/3 / 0,5 + 3,5	0,2/2 / 1 + 1,5	0,4/3 / 0,5 + 0,5	3,2
1/4 / 1 + 2	0,5/3 / 1,4 + 0,4	—	—	—	0,3/2 / 1 + 2 + 0,4/3 / 4 + 5	—	3
78 cm lang							
—	—	1,5/2 / i + 2,5	1/3 / 2,5 + 0,5	1/8 / 1,5 + 5	0,2/3 / 1 + 2 + 0,5/2 / 1,4 + 3	0,5/3 / 1 + i	3,2
2/4 / 2 + 4,5	1,5/3 / 2,5 + 1	—	—	—	0,1/2 / 1 + 1,5 + 0,2/3 / 0,5 + 2	—	3
—	—	1,5/3 / i + 2,4	1/5 / 2 + 1	0,4/3 / 2 + 3 + 0,5/2 / 1 + 4	0,2/3 / 1 + 3	0,8/4 / 0,5 + i	3,1
1,6/3 / 2 + 3,8	1/3 / 2 + i	—	—	—	0,2/4 / 1 + 3 + 0,3/2 / 2 + 4	—	3
84 cm lang							
—	—	1,6/8 / 1 + 2	1,2/3 / 2 + 1	0,6/3 / 1 + 3 + 0,2/2 / 2 + 4	0,2/3 / 1 + 3	0,4/2 / 1 + i	3,3
1,8/3 / 1 + 4	1,2/6 / 2,5 + 1	—	—	—	0,1/2 / 2 + 3 + 0,2/2 / 3 + 4	—	3,2
—	—	1,7/7 / 0,5 + 3	1,3/4 / 2,4 + 1,5	1,1/5 / 1 + 4	0,1/4 / 2 + 3	0,3/4 / 0,5 + 0,5	3,4
1,9/4 / 1 + 3,8	1,2/8 / 2,4 + i	—	—	—	0,2/1 / 1 + 2 + 0,1/1 / 2 + 2,5	—	3,2

N. r. d. Hundes	Nervus	M. flexor digitorum prof.					M. flexor digitorum sublimis
		M. palmaris longus	M. flexor poll. longus	Cap. humer.			
				Medio-dors. Port.	Medio-vol. Port.	Lateral. Port.	
Hund							
9r.	Medianus	$\frac{1/4}{2+9}$	$\frac{1,1/4}{2+4,5}$	$\frac{0,4/3}{2+3,5}$	$\frac{0,8/4}{2+4}$	$\frac{2,2/7}{2+5}$	$\frac{2,5\ 2}{2+5,5}$
9r.	Ulnaris	$\frac{1/4}{2+3,5}$	–	–	–	$\frac{1,5/3}{0,5+1,5}$	
9l.	Medianus	$\frac{1,2/3}{1,5+3,5}$	$\frac{1,1/5}{1,5+5}$	$\frac{0,5/2}{1,5+4}$	$\frac{1/3}{1,5+4}$	$\frac{2,3/6}{1,5+4,5}$	$\frac{2,5/3}{1,5+5}$
9l.	Ulnaris	$\frac{0,4/3}{1+5}+\frac{0,8/3}{1,5+8}$	–	–	–	$\frac{2/5}{0,2+1,8}$	–
Hund							
11r.	Medianus	–	$\frac{1/5}{2+5}$	$\frac{0,5/5}{2+4}$	$\frac{0,9/6}{2+4,2}$	$\frac{2,3/6}{2+5,4}$	$\frac{2,4/5}{2+6}$
11r.	Ulnaris	$\frac{1,5/8}{2+6}$	–	–	–	$\frac{1,6/8}{0,5+1}$	–
11l.	Medianus	–	$\frac{1,2/4}{1+4,8}$	$\frac{0,6/4}{1,6+3,4}$	$\frac{0,6/5}{1,6+3,5}$	$\frac{2,1/3}{1,6+6}$	$\frac{2,5/6}{1,6+5}$
11l.	Ulnaris	$\frac{1,4/9}{1+5,4}$	–	–	–	$\frac{1,8/4}{1+0,8}$	–
Hund							
13r.	Medianus	$\frac{0,9/5}{2+8}$	$\frac{1/4}{1+5}$	$\frac{0,8/7}{1,5+4}$	$\frac{0,8/3}{1,5+3,8}$	$\frac{1,3/5}{1,5+6}$	$\frac{2,2/5}{2+4,8}$
13r.	Ulnaris	$\frac{0,8/4}{3+4,9}$	–	–	–	$\frac{1/4}{1+3}$	–
13l.	Medianus	$\frac{1/6}{2+6,8}$	$\frac{0,9/3}{2+4}$	$\frac{0,6/4}{1,8+3}$	$\frac{1/5}{1,8+5}$	$\frac{1,6/7}{1,8+6,8}$	$\frac{2,3/6,5}{1,8+6}$
13l.	Ulnaris	$\frac{0,9/5}{2,5+4}$	–	–	–	$\frac{1/2}{1+2}$	–
Hund							
15r.	Medianus	$\frac{0,6/2}{2,4+9}$	$\frac{0,6/2}{2,8+6}$	$\frac{1/3}{2+2,8}$	$\frac{0,9/3}{2+4,6}$	$\frac{1,2/5}{2+6}$	$\frac{2/5}{2+6}$
15r.	Ulnaris	$\frac{0,6/4}{3+5}$	–	–	–	$\frac{1/2}{i+5}$	–
15l.	Medianus	$\frac{0,6/3}{2+8,5}$	$\frac{0,5/2}{3+6,5}$	$\frac{0,8/3}{2+3}$	$\frac{1/4}{2+5}$	$\frac{1,3/6}{2+7}$	$\frac{1,5/4}{2+5,5}$
15l.	Ulnaris	$\frac{0,5/2}{3+4,5}$	–	–	–	$\frac{1/2}{i+4,5}$	–

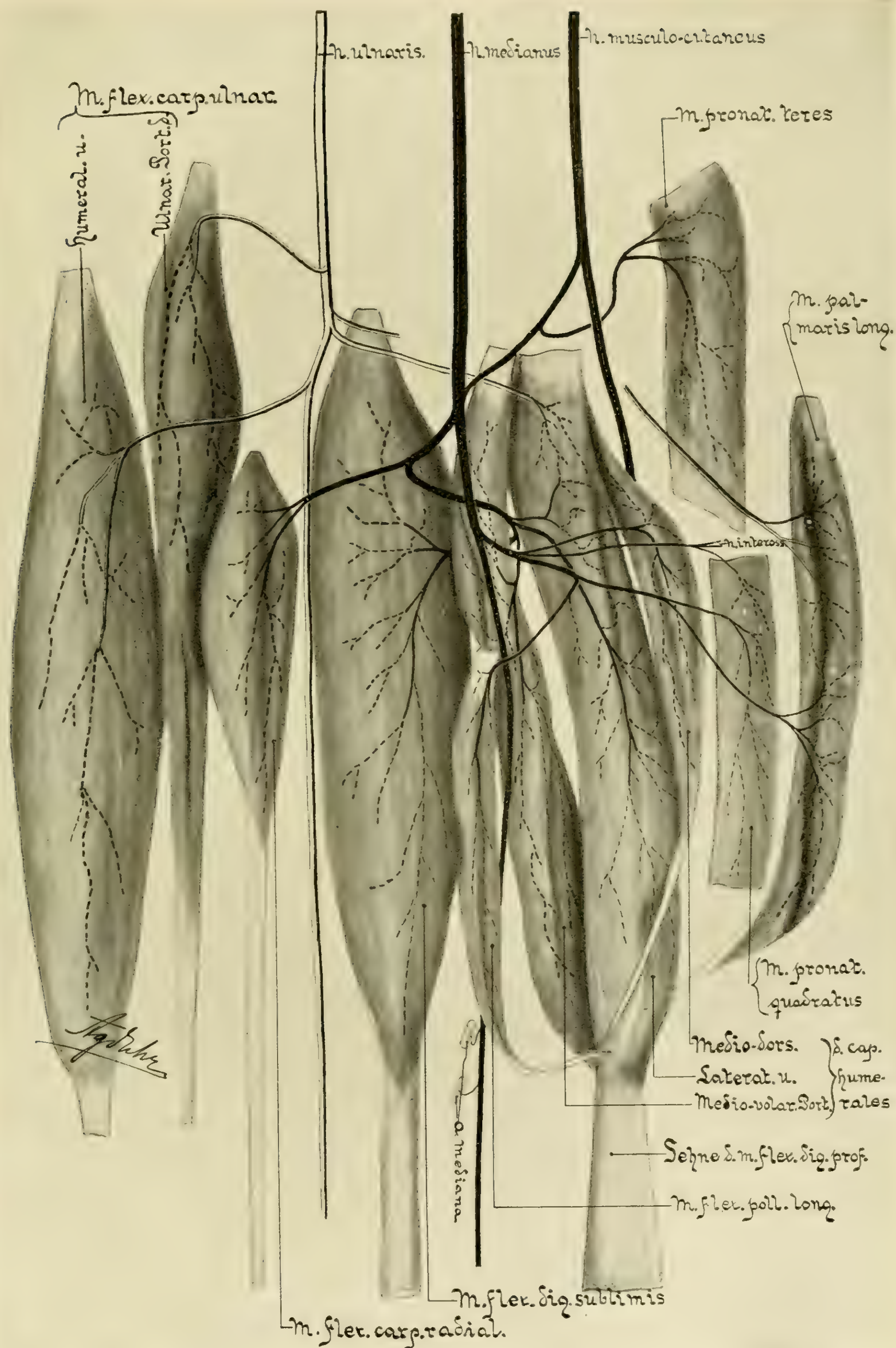


Fig. 12.

Beugemuskeln des Vorderarmes bei Canis familiaris mit den Eintrittsstellen und dem intramuskulären Verlauf der Nervenzweige und ihren Anastomosen.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

M. flexor carpi ulnaris		M. flexor carpi radialis	M. pronator teres	M. pronator quadratus	Zweige an den Gefässen	Zweige an dem Ellenbogengelenk	Breite d. nerv. mm
Cap. humerale	Cap. ulnare						
90 cm lang							
—	—	$\frac{1,2/3}{i+1,5}+\frac{0,5/2}{1,5+2,5}$	$\frac{1,2/4}{2,5+0,5}$	$\frac{0,5/4}{2+5,5}$	$\frac{0,2/3}{2+3}$	$\frac{0,4/3}{1+i}$	3,5
$\frac{2/5}{1,5+4,5}$	$\frac{1,5/3}{3+1,5}$	—	—	—	$\frac{0,1/3}{1+2}+\frac{0,2/4}{3+4}$	—	3,5
—	—	$\frac{1,9/4}{0,5+3}$	$\frac{1,2/4}{2,5+1}$	$\frac{0,6/5}{2,5+6}$	$\frac{0,2/2}{1+4}$	$\frac{0,2/3}{0,5+0,5}$	3,5
$\frac{2/3}{1+5}$	$\frac{1,4/3}{3+1}$	—	—	—	$\frac{0,3/2}{0,5+2}$	—	3,4
96 cm lang							
—	—	$\frac{2/5}{1+2}$	$\frac{1,5/3}{2+1}$	$\frac{0,4/3}{2+5}$	$\frac{0,1/2}{2+3}$	$\frac{0,2/1}{0,2+0,5}$	3,6
$\frac{2,2/4}{1+5}$	$\frac{1,6/3}{3,5+2}$	—	—	—	$\frac{0,3/2}{1+2}+\frac{0,1/2}{4+5}$	—	3,5
—	—	$\frac{1,9/3}{1,4+3}$	$\frac{1,4/4}{3+1,5}$	$\frac{0,5/6}{2,4+5,4}$	$\frac{0,2/2}{1+4}$	$\frac{0,1/2}{1+i}$	3,6
$\frac{2,1/8}{2+4,8}$	$\frac{1,5/8}{2+0,5}$	—	—	—	$\frac{0,3/5}{1+2}$	—	3,5
102 cm lang							
—	—	$\frac{1,9/2}{2+2,5}$	$\frac{1,1/4}{2+1}$	$\frac{0,6/3}{1+2}+\frac{0,3/4}{2+4}$	$\frac{0,1/2}{1+2}$	$\frac{0,3/4}{0,5+1}$	3,8
$\frac{1,9/4}{1+4}$	$\frac{1,5/5}{2+1}$	—	—	—	$\frac{0,2/2}{1+3}+\frac{0,3/4}{2+2,5}$	—	3,8
—	—	$\frac{1,8/5}{1+2}$	$\frac{1,2/3}{3+1,5}$	$\frac{0,8/5}{1+3}$	$\frac{0,2/3}{1+4}$	$\frac{0,4/6}{1+i}$	3,8
$\frac{2/5}{1,5+3}$	$\frac{1,6/4}{1,5+0,5}$	—	—	—	$\frac{0,1/4}{2+3,5}$	—	3,8
110 cm lang							
—	—	$\frac{1,2/5}{2+1,5}$	$\frac{1,2/4}{4+0,5}$	$\frac{0,4/3}{2+3}+\frac{0,5/4}{3+5}$	$\frac{0,2/2}{1+3}+\frac{0,1/2}{1,5+4}$	$\frac{0,5/4}{0,5+0,5}$	4
$\frac{1,4/3}{2+3,5}$	$\frac{1,2/3}{1,2+0,8}$	—	—	—	$\frac{0,2/1}{2+2,5}+\frac{0,5/4}{2,5+4}$	—	3,9
—	—	$\frac{1,2/3}{2,5+2}$	$\frac{1,2/3}{4,5+i}$	$\frac{0,5/2}{2,5+3}+\frac{0,4/3}{3+5}$	$\frac{0,1/1}{1+i}+\frac{0,2/1}{0,5+1}$	$\frac{0,4/4}{1+i}$	4
$\frac{1,5/4}{2+4}$	$\frac{1,1/2}{1+0,5}$	—	—	—	$\frac{0,1/2}{1+3}$	—	3,9

N. r. d. Hundes	Nervus	M. flexor digitorum prof.					M. flexor digitorum sublimis
		M. palmaris longus	M. flexor poll. longus	Cap. humer.			
				Medio-dors. Port	Medio-vol. Port.	Lateral. Port.	
							Hund
17r.	Medianus	$\frac{0,8/4}{4+9,2}$	$\frac{1,1/3}{2+7}$	$\frac{1/4}{2,5+3}$	$\frac{1,2/4}{2,5+5}$	$\frac{1/5}{2,5+6,5}$	$\frac{2,2/4}{2,8+7}$
17r.	Ulnaris	$\frac{0,7/2}{2+3}$	–	–	–	$\frac{2,2/4}{1+3}$	–
17l.	Medianus	$\frac{0,5/7}{2+8,7}$	$\frac{1,2/4}{2+6,8}$	$\frac{0,9/3}{1,6+3}$	$\frac{1,4/2}{1,6+4}$	$\frac{1,4/6}{1,6+6}$	$\frac{2,3/5}{2+6}$
17l.	Ulnaris	$\frac{1,1/4}{1+2}$	–	–	–	$\frac{2,3/5}{i+2}$	–
							Hund
19r.	Medianus	$\frac{0,8/3}{3+9}$	$\frac{0,8/3}{2,2+5,4}$	$\frac{0,7/4}{2,2+3}$	$\frac{1/6}{2,2+5,4}$	$\frac{1,4/4}{2,2+6,4}$	$\frac{2,4/5}{2,2+5}$
19r.	Ulnaris	$\frac{1/6}{1+4}$	–	–	–	$\frac{2/3}{1,5+2}$	–
19l.	Medianus	$\frac{0,7/4}{4+8}$	$\frac{0,9/4}{3+6}$	$\frac{0,6/2}{1+2,6}$	$\frac{0,9/3}{1+6}$	$\frac{1,5/7}{1+6,2}$	$\frac{2,4/6}{1+7,5}$
19l.	Ulnaris	$\frac{1,2/6}{2+3}$	–	–	–	$\frac{2,1/4}{1+2,5}$	–

N. r. d. Schweines	Nervus	M. flexor digitor. profund.				M. flexor digitorum sublimis	M. flexor carpi radial.
		M. palmar. longus	M. flexor pollic. longus	Cap. humer.			
				Medial. Port.	Lateral. Port.		
							Schwein
1r.	Medianus	–	$\frac{0,5/4}{N.\,int.+3}$	$\frac{0,3/2}{0,5+0,5}+\frac{0,7/3}{i+1,5}$	$\frac{0,8/3}{0,5+2,5}$	$\frac{1,2/5}{0,5+1,9}+\frac{0,5/4}{5+5,5}$	$\frac{0,7/3}{0,5+0,5}$
1r.	Ulnaris	$\frac{0,7/3}{2,5+1,8}$	–	–	$\frac{0,5/3}{2+1}$	–	–
1l.	Medianus	–	$\frac{0,4/4}{N.\,int.+3,2}$	$\frac{0,3/2}{0,2+0,5}$	$\frac{0,8/3}{0,5+2,5}$	$\frac{1,2/5}{0,5+2}+\frac{0,3/2}{5+6}$	$\frac{0,7/4}{1+1}$
1l.	Ulnaris	$\frac{0,6/4}{2,3+1}$	–	–	$\frac{0,5/4}{1,5+1}$	–	–

M. flexor carpi ulnaris		M. flexor carpi radialis	M. pronator teres	M. pronator quadratus	Zweige an den Gefässen	Zweige an dem Ellenbogengelenk	Breite d. nerv. mm
Cap. humerale	Cap. ulnare						
114 cm lang							
–	–	$\frac{2/5}{1+2}$	$\frac{1,4/5}{3+2}$	$\frac{0,2/2}{1+2,3}+\frac{0,6/4}{1,5+4}$	$\frac{0,4/5}{1+4}$	$\frac{0,3/2}{1+i}$	4
$\frac{2,1/3}{2+5}$	$\frac{2/4}{3+1}$	–	–	–	$\frac{0,3/2}{1+2}+\frac{0,2/3}{1,5+4}$	–	4
–	–	$\frac{2,1/4}{1,5+0,8}$	$\frac{1,3/2}{1+1}$	$\frac{0,1/4}{0,5+4}+\frac{0,8/3}{1+5}$	$\frac{0,1/2}{1+2}+\frac{0,3/2}{3+4}$	$\frac{0,4/3}{2+0,5}$	4
$\frac{2/4}{0,5+4}$	$\frac{2,1/2}{2+0,5}$	–	–	–	$\frac{0,2/3}{2+3}$	–	3,9
119 cm lang							
–	–	$\frac{1,4/4}{2+1}$	$\frac{1,3/5}{1,4+1}$	$\frac{0,7/5}{1+3,5}+\frac{1/7}{1,5+5}$	$\frac{0,2/3}{2+3}+\frac{0,4/4}{2,5+4}$	$\frac{0,4/3}{1+i}$	4,1
$\frac{1,8/5}{2+3}$	$\frac{2/4}{2,5+1}$	–	–	–	$\frac{0,5/4}{2+2,5}$	–	4
–	–	$\frac{1,4/6}{1+0,8}$	$\frac{1,6/4}{2+1,5}$	$\frac{0,5/4}{0,5+3}+\frac{1/8}{1+4}$	$\frac{0,2/2}{1+2}+\frac{0,4/4}{2+4}$	$\frac{0,4/5}{1,5+0,5}$	4,1
$\frac{1,9/4}{1+2,5}$	$\frac{2,1/5}{2+0,5}$	–	–	–	$\frac{0,1/2}{2+3}+\frac{0,4/8}{4+6}$	–	4

M. flexor carpi ulnaris		M. pronator teres	M. interflexorius	Muskeln d. medioproxim. Verbindung	Muskel d. laterodistal. Verbindung	Zweige an den Gefässen	Zweige an dem Ellenbogengelenk	Breite d. nerv. mm
Cap. humerale	Cap. ulnare							
70 cm lang								
–	–	$\frac{0,2/2}{2+0,5}$	$\frac{0,3/2}{5,5+6}$	$\frac{0,2/1}{0,5+2}$	–	–	–	3
$\frac{0,6/4}{1+2,5}$	$\frac{0,1/2}{1+0,5}$	–	–	–	–	$\frac{0,4/3}{1+4}$	–	2,5
–	–	$\frac{0,2/4}{1,8+0,4}$	$\frac{0,4/3}{5+6}$	$\frac{0,3/2}{0,5+2,5}$	–	$\frac{0,5/6}{0,5+2}$	–	3
$\frac{0,7/4}{1,5+2}$	$\frac{0,1/3}{1,5+0,5}$	–	–	–	–	–	–	2,5

N. r. d. Schweines	Nervus	M. flexor digitor. profund.: M. palmar. longus	M. flexor digitor. profund.: M. flexor pollic. longus	M. flexor digitor. profund.: Cap humer. Medial. Port.	M. flexor digitor. profund.: Cap humer. Lateral. Port.	M. flexor digitorum sublimis	M. flexor carpi radial.
							Schwein
3r.	Medianus	—	$\frac{0,4/2}{1+3,5}$	$\frac{0,8/3}{1+1,5}$	$\frac{0,5/3}{1+2,5}$	$\frac{1,4/8}{1+2,5}+\frac{0,4/2}{8+8}$	$\frac{1/3}{0,5+1}$
3r.	Ulnaris	$\frac{0,9/1}{2+1,5}$	—	—	$\frac{1,2/5}{2+i}$	—	—
3l.	Medianus	—	$\frac{0,5/3}{1,5+3}$	$\frac{0,9/5}{1,5+2}$	$\frac{0,4/4}{1,5+3,5}$	$\frac{1,7/4}{1,5+3}$	$\frac{0,9/5}{0,3+1,5}$
3l.	Ulnaris	$\frac{0,7/3}{2,5+1}$	—	—	$\frac{1,4/3}{2,5+i}$	—	—
							Schwein
5r.	Medianus	—	$\frac{0,5/2}{1,5+3}$	$\frac{0,4/3}{i+1}$	$\frac{0,8/2}{i+2}$	$\frac{1/4}{i+2,2}+\frac{0,4/2}{6+6,5}$	$\frac{0,7/1}{i+1,5}$
5r.	Ulnaris	$\frac{0,5/2}{2+1,5}$	—	—	$\frac{0,9/2}{2+i}$	—	—
5l.	Medianus	—	$\frac{0,4/3}{N. int.+3}$	$\frac{0,6/1}{1+2}$	$\frac{0,5/2}{i+2,2}$	$\frac{1,2/5}{i+3,5}+\frac{0,5/4}{7+7,5}$	$\frac{0,5/1}{i+1,5}$
5l.	Ulnaris	$\frac{0,7/1}{2,5+2}$	—	—	$\frac{0,9/2}{2,2+0,5}$	—	—
							Schwein
7r.	Medianus	—	$\frac{0,4/4}{N. int.+3,5}$	$\frac{0,3/2}{i+3}$	$\frac{0,8/2}{i+3,2}$	$\frac{1,2/4}{i+3,5}+\frac{0,3/2}{6+6,5}$	$\frac{0,4/3}{0,5+2}$
7r.	Ulnaris	$\frac{0,5/4}{1,8+1,5}$	—	—	$\frac{1/3}{0,8+1}$	—	—
7l.	Medianus	—	$\frac{0,4/3}{N. int.+3}$	$\frac{0,5/2}{i+2}$	$\frac{1/4}{i+2,5}$	$\frac{1,2/5}{i+2,2}+\frac{0,4/3}{6+6,5}$	$\frac{0,7/2}{i+1}$
7l.	Ulnaris	$\frac{0,5/4}{1,5+1,5}$	—	—	$\frac{0,9/3}{1,8+i}$	—	—
							Schwein
9r.	Medianus	—	$\frac{0,2/2}{N. int.+2,5}$	$\frac{0,3/3}{1,5+1,5}$	$\frac{0,2/2}{1,5+3}$	$\frac{1,5/8}{1,5+2}+\frac{0,3/2}{7+7}$	$\frac{0,5/5}{1,5+1}$
9r.	Ulnaris	$\frac{0,6/5}{2,5+2}$	—	—	$\frac{1,5/7}{2+0,8}$	—	—
9l.	Medianus	—	$\frac{0,3/4}{N. int.+4,5}$	$\frac{0,5/2}{i+2}$	$\frac{0,2/2}{i+4,5}$	$\frac{1/4}{i+2,2}+\frac{0,4/2}{7+7}$	$\frac{0,5/4}{0,5+1,2}$
9l.	Ulnaris	$\frac{0,5/4}{2,5+2,5}$	—	—	$\frac{0,8/1}{1+i}$	—	—

M. flexor carpi ulnaris: Cap. humer.	M. flexor carpi ulnaris: Cap ulnare	M. pronator teres	M. interflexorius	Muskel d medioproximal. Verbindung	Muskeln d laterodistal. Verbindung	Zweige an den Gefässen	Zweige an dem Ellenbogengelenk	Breite d. nerv. mm
75 cm lang								
–	–	$\frac{0,3/2}{0,5+0,5}$	$\frac{0,3/1}{8+8,5}$	$\frac{0,2/3}{1+3}$	–	$\frac{0,5/3}{2+4}$	$\frac{0,4/5}{1+i}$	3
$\frac{1/5}{1,8+1}$	$\frac{0,2/2}{1,5+1}$	–	–	–	–	$\frac{0,1/1}{4+5}$	–	2
–	–	$\frac{0,2/1}{2+1}+\frac{0,2/3}{i+2}$	$\frac{0,4/2}{7+8,5}$	$\frac{0,3/2}{1,5+3,5}$	–	$\frac{0,3/2}{4+0,5}$	$\frac{0,3/2}{i+0,5}$	3
$\frac{1,2/4}{1,5+0,7}$	$\frac{0,3/3}{1+0,5}$	–	–	–	–	$\frac{0,2/3}{1+2}+\frac{0,3/2}{2+4}$	–	2
80 cm lang								
–	–	$\frac{0,4/2}{1,5+0,5}$	$\frac{0,4/1}{6+7}$	$\frac{0,2/1}{i+2,5}$	–	–	$\frac{0,3/4}{2+i}$	3,2
$\frac{1/4}{0,5+2}$	–	–	–	–	–	$\frac{0,3/2}{4+5}$	–	2,5
–	–	$\frac{0,2/1}{2+1}$	$\frac{0,5/5}{7+7,5}$	$\frac{0,3/2}{i+3}$	–	–	$\frac{0,2/3}{i+0,2}$	3,3
$\frac{1/2}{i+2}$	–	–	–	–	–	$\frac{0,5/4}{2+4}$	–	2,5
85 cm lang								
–	–	$\frac{0,3/2}{1,5+i}$	$\frac{0,4/2}{6+6,5}$	$\frac{0,1/2}{i+4}$	–	–	$\frac{0,2/3}{3+i}$	3,5
$\frac{1/3}{1+2}$	–	–	–	–	–	$\frac{0,3/2}{1+3}$	$\frac{0,2/1}{1+0,5}$	2,5
–	–	$\frac{0,5/2}{1+i}$	$\frac{0,3/2}{6+6,5}$	$\frac{0,3/4}{i+3}$	–	$\frac{0,5/4}{2+3}$	–	3,5
$\frac{1/4}{1,5+0,5}$	–	–	–	–	–	–	$\frac{0,5/2}{2+0,5}$	2,5
87 cm lang								
–	–	$\frac{0,4/3}{2+1}+\frac{0,1/2}{2,1+1}+\frac{0,1/2}{2,5+0,5}$	$\frac{0,3/2}{8+8}$	$\frac{0,4/1}{1,5+3,5}$	–	–	$\frac{0,1/2}{1,5+1}$	3,5
$\frac{0,5/4}{2+0,5}$	–	–	–	–	–	–	$\frac{0,2/1}{1,5+0,5}$	2,5
–	–	$\frac{0,1/2}{1,5+1,8}+\frac{0,2/1}{1+i}$	$\frac{0,2/3}{8+8}$	$\frac{0,3/2}{i+2,5}$	–	$\frac{0,1/1}{3+1,5}$	$\frac{0,3/3}{2,5+1}$	3,5
$\frac{0,4/3}{0,5+1}$	–	–	–	–	–	–	–	2,5

N. r. d. Schweines	Nervus	M. flexor digitor. profund.				M. flexor digitorum sublimis	M. flexor carpi radialis
		M. palmar. longus	M. flexor pollic. longus	Cap. humer. Medial. Port.	Cap. humer. Lateral. Port.		
Schwein							
11r.	Medianus	—	$\frac{0{,}2/2}{\text{N. int.} + 3}$	$\frac{1/2}{1{,}5+1{,}5}$	$\frac{1/3}{1{,}5+3}$	$\frac{1/4}{1{,}5+2{,}5}$	$\frac{0{,}8/3}{1{,}5+1{,}5}$
11r.	Ulnaris	$\frac{0{,}2/4}{2{,}2+1{,}4}$	—	—	$\frac{0{,}8/4}{2+i}$	—	—
11l.	Medianus	—	$\frac{0{,}1/2}{\text{N. int.} + 3}$	$\frac{0{,}7/2}{0{,}5+1{,}5}$	$\frac{1/4}{0{,}5+3}$	$\frac{0{,}8/4}{0{,}5+3} + \frac{0{,}5/3}{7{,}5+7{,}5}$	$\frac{0{,}8/4}{0{,}5+1{,}3}$
11l.	Ulnaris	$\frac{0{,}4/5}{2+1{,}5}$	—	—	$\frac{0{,}5/3}{1{,}5+0{,}2}$	—	—
Schwein							
13r.	Medianus	—	$\frac{0{,}4/2}{\text{N. int.} + 3{,}5}$	$\frac{1/2}{1+1{,}5}$	$\frac{0{,}9/4}{1+2{,}8}$	$\frac{1/2}{1+2} + \frac{0{,}5/4}{8+8{,}2}$	$\frac{1/4}{1+2}$
13r.	Ulnaris	$\frac{0{,}3/3}{2+1}$	—	—	$\frac{0{,}8/3}{1{,}5+0{,}5}$	—	—
13l.	Medianus	—	$\frac{0{,}3/3}{\text{N. int.} + 4}$	$\frac{1{,}1/3}{1{,}5+1}$	$\frac{0{,}8/5}{1{,}5+3}$	$\frac{1{,}1/3}{1{,}5+3} + \frac{0{,}3/2}{7+8}$	$\frac{1{,}1/3}{1{,}1+3}$
13l.	Ulnaris	$\frac{0{,}4/2}{2{,}8+0{,}5}$	—	—	$\frac{1/4}{1{,}7+2}$	—	—
Schwein							
15r.	Medianus	—	$\frac{0{,}9/3}{\text{N. int.} + 4}$	$\frac{0{,}5/4}{i+2{,}5}$	$\frac{1/5}{i+3}$	$\frac{0{,}5/2}{6+6} + \frac{1{,}5/4}{i+3}$	$\frac{1/3}{i+2{,}5}$
15r.	Ulnaris	$\frac{0{,}6/4}{2{,}5+0{,}5}$	—	—	$\frac{0{,}7/4}{2{,}5+i}$	—	—
15l.	Medianus	—	$\frac{0{,}8/3}{\text{N. int.} + 4}$	$\frac{0{,}6/2}{i+2{,}5}$	$\frac{0{,}9/4}{i+2{,}5}$	$\frac{1/4}{i+2} + \frac{0{,}5/3}{6+6}$	$\frac{1/4}{i+2{,}2}$
15l.	Ulnaris	$\frac{0{,}7/3}{2+1{,}5}$	—	—	$\frac{0{,}7/5}{1{,}5+i}$	—	—
Schwein							
17r.	Medianus	—	$\frac{0{,}5/3}{1+4}$	$\frac{0{,}7/3}{i+2}$	$\frac{1/4}{i+2{,}5}$	$\frac{1{,}2/5}{i+2{,}5} + \frac{0{,}5/3}{9+9}$	$\frac{0{,}8/3}{0{,}5+2{,}5}$
17r.	Ulnaris	$\frac{0{,}7/4}{2{,}5+2}$	—	—	$\frac{0{,}6/1}{1+i}$	—	—
17l.	Medianus	—	$\frac{0{,}4/4}{1+3}$	$\frac{0{,}8/4}{0{,}5+2}$	$\frac{1{,}1/5}{0{,}5+2{,}6}$	$\frac{1{,}1/4}{0{,}5+2{,}4} + \frac{0{,}4/2}{9+10}$	$\frac{0{,}8/2}{0{,}5+2}$
17l.	Ulnaris	$\frac{0{,}7/5}{2+1}$	—	—	$\frac{0{,}5/2}{1+0{,}5}$	—	—

M. flexor carpi ulnaris: Cap. humerale	M. flexor carpi ulnaris: Cap. ulnare	M. pronator teres	M. interflexorius	Muskel d. medioproximal. Verbindung	Muskeln d. laterodistalen Verbindung	Zweige an den Gefässen	Zweige an den Ellenbogengelenk	Breite d. nerv. mm
90 cm lang								
—	—	$\frac{0{,}2/2}{3+i} + \frac{0{,}1/1}{2+1}$	$\frac{0{,}4/2}{5{,}5+5{,}5}$	$\frac{0{,}5/3}{1{,}5+3}$	—	—	$\frac{0{,}1/1}{\text{N. int.}+4}$	2,5
$\frac{0{,}5/2}{1{,}5+i} + \frac{0{,}7/3}{1{,}4+1}$	—	—	—	—	—	—	—	2
—	—	$\frac{0{,}1/1}{1{,}2+i} + \frac{0{,}1/1}{i+1} + \frac{0{,}1/1}{0{,}5+i}$	$\frac{0{,}2/2}{5+6}$	$\frac{0{,}4/2}{0{,}5+2}$	—	$\frac{0{,}5/8}{\text{N. int.}+2{,}5}$	$\frac{0{,}2/3}{0{,}5+1}$	2,5
$\frac{0{,}2/2}{0{,}6+0{,}2} + \frac{0{,}4/5}{0{,}4+1}$	—	—	—	—	—	—	—	2
95 cm lang								
—	—	$\frac{0{,}3/1}{3{,}5+i} + \frac{0{,}3/1}{1+1}$	$\frac{0{,}5/3}{7+8}$	$\frac{0{,}1/1}{1+3{,}5}$	—	$\frac{0{,}4/4}{2+4}$	$\frac{0{,}1/2}{0{,}5+0{,}6}$	3
$\frac{0{,}5/4}{1+0{,}4} + \frac{0{,}2/3}{1+2}$	—	—	—	—	—	—	—	2,2
—	—	$\frac{0{,}5/2}{2+0{,}5}$	$\frac{0{,}6/2}{6+8{,}5}$	$\frac{0{,}3/2}{1{,}5+2{,}2}$	—	—	$\frac{0{,}5/3}{0{,}8+1}$	3
$\frac{0{,}8/4}{1+1}$	—	—	—	—	—	$\frac{0{,}4/3}{1+1{,}5}$	—	2,3
100 cm lang								
—	—	$\frac{0{,}4/2}{1+0{,}5}$	$\frac{0{,}6/2}{6+7}$	$\frac{0{,}3/2}{i+2{,}5}$	—	$\frac{0{,}3/4}{2+4}$	—	4
$\frac{0{,}6/5}{0{,}5+0{,}5}$	—	—	—	—	—	—	—	3
—	—	$\frac{0{,}4/1}{0{,}5+0{,}5}$	$\frac{0{,}2/3}{6+7}$	$\frac{0{,}2/1}{i+3}$	—	$\frac{0{,}4/3}{6+6}$	$\frac{0{,}6/8}{1{,}5+0{,}4}$	4
$\frac{0{,}8/4}{1+1}$	—	—	—	—	—	—	—	3
110 cm lang								
—	—	$\frac{0{,}3/2}{1+0{,}7}$	$\frac{0{,}4/3}{9+9}$	$\frac{0{,}5/4}{i+3}$	—	—	$\frac{0{,}3/4}{1+i}$	4,2
$\frac{0{,}7/4}{i+1}$	—	—	—	—	—	$\frac{0{,}2/3}{1+4}$	—	3,5
—	—	$\frac{0{,}4/3}{1+1}$	$\frac{0{,}4/3}{9+9{,}5}$	$\frac{0{,}6/2}{0{,}5+2{,}8}$	—	$\frac{0{,}3/2}{1+3}$	$\frac{0{,}4/2}{2+0{,}5}$	4
$\frac{0{,}6/3}{2+1}$	—	—	—	—	—	$\frac{0{,}4/3}{3+5}$	—	3,5

N. r. d. Schweines	Nervus	M. flexor digitor. profund.				M. flexor digitorum sublimis	M. flexor carpi radialis
		M. palmar. longus	M. flexor pollic. longus	Cap. humer. Medial. Port.	Cap. humer. Lateral. Port.		
							Schwein
19r.	Medianus	—	$\frac{0,9/4}{N. int. + 3}$	$\frac{1,4/3}{1 + 2,8}$	$\frac{1/4}{1 + 3}$	$\frac{1,4/4}{1 + 3}$	$\frac{1,4/5}{1 + 4}$
19r.	Ulnaris	$\frac{1,4/4}{3,2 + 2}$	—	—	$\frac{1,9/2}{2,1 + 1}$	—	—
19l.	Medianus	—	$\frac{0,8/3}{N. int. + 4}$	$\frac{1,3/4}{i + 2,5}$	$\frac{1/3}{i + 2,5}$	$\frac{1,5/4}{i + 2,8}$	$\frac{1,5/4}{i + 3}$
19l.	Ulnaris	$\frac{1,5/5}{3 + 2,5}$	—	—	$\frac{1,8/1}{2 + 0,5}$	—	—
							Schwein
20r.	Medianus	—	$\frac{0,5/2}{N. int. + 3,5}$	$\frac{1/4}{i + 1,5}$	$\frac{1/2}{i + 4}$	$\frac{1,5/8}{i + 4} + \frac{0,5/1}{9 + 9}$	$\frac{1,2/2}{1 + 2,5}$
20r.	Ulnaris	$\frac{1/5}{3,5 + 2}$	—	—	$\frac{1,2/3}{2,5 + i}$	—	—
20l.	Medianus	—	$\frac{0,6/2}{N. int. + 3,5}$	$\frac{1/4}{i + 1,5}$	$\frac{1,1/2}{i + 3}$	$\frac{1,4/7}{i + 4} + \frac{0,6/2}{8 + 9}$	$\frac{1,3/3}{1 + 3}$
20l.	Ulnaris	$\frac{1,1/4}{3 + 2}$	—	—	$\frac{1/4}{2 + 0,5}$	—	—
							Schwein
21r.	Medianus	—	$\frac{0,9/5}{N. int. + 5}$	$\frac{1,2/5}{1 + 2,7}$	$\frac{2,1/7}{1 + 5}$	$\frac{4/5}{1 + 3} + \frac{0,5/3}{12 + 14}$	$\frac{2/4}{1 + 4}$
21r.	Ulnaris	$\frac{1,4/3}{3 + 2}$	—	—	$\frac{1,7/5}{2 + 0,5}$	—	—
21l.	Medianus	—	$\frac{0,4/4}{N. int. + 6} + \frac{0,3/2}{1 + 5}$	$\frac{1,3/4}{1 + 3}$	$\frac{2,3/4}{i + 5}$	$\frac{3,5/4}{i + 2,5} + \frac{0,5/2}{12 + 13}$	$\frac{2,7/3}{i + 3,5}$
21l.	Ulnaris	$\frac{1,2/4}{4 + 3}$	—	—	$\frac{1,5/7}{2 + 0,5}$	—	—
							Schwein
22r.	Medianus	—	$\frac{0,4/3}{3 + 5} + \frac{0,5/2}{N. int. + 4}$	$\frac{1,2/3}{1,4 + 2,5}$	$\frac{2/3}{i + 4,2}$	$\frac{3,5/8}{i + 4} + \frac{1,1/2}{14 + 14}$	$\frac{2,1/3}{i + 3,5}$
22r.	Ulnaris	$\frac{1,5/5}{3,5 + 2,5}$	—	—	$\frac{2/4}{2 + i}$	—	—
22l.	Medianus	—	$\frac{0,8/1}{N. int. + 5,5}$	$\frac{1,5/2}{1,5 + 3}$	$\frac{2,5/4}{1,5 + 4}$	$\frac{3/5}{1,5 + 3,5} + \frac{2/1}{13 + 14}$	$\frac{3/4}{1,5 + 3}$
22l.	Ulnaris	$\frac{1,5/1}{4,5 + 3,5}$	—	—	$\frac{1,4/1}{3 + 0,5}$	—	—

M. flexor carpi ulnaris: Cap. humerale	M. flexor carpi ulnaris: Cap. ulnare	M. pronator teres	M. interflexorius	Muskel der medioproximal. Verbindung	Muskeln der laterodistalen Verbindung	Zweige an den Gefässen	Zweige an dem Ellenbogengelenk	Breite d. nerv. mm
120 cm lang								
–	–	$\frac{0{,}9/2}{2+1{,}5}$	$\frac{0{,}4/3}{10+10{,}1}$	$\frac{0{,}3/2}{1+3{,}1}$	–	$\frac{0{,}4/3}{1+3}$	$\frac{0{,}5/4}{0{,}5+i}$	4,5
$\frac{1{,}1/4}{1+3}$	–	–	–	–	–	–	–	3,6
–	–	$\frac{0{,}8/1}{2{,}5+1}$	$\frac{0{,}3/2}{10+10{,}5}$	$\frac{0{,}4/3}{i+2{,}8}$	–	$\frac{0{,}5/2}{i+1}+\frac{0{,}4/1}{1+1{,}5}$	$\frac{0{,}4/2}{1+i}$	4,5
$\frac{1{,}8}{1+3}$	–	–	–	–	–	$\frac{0{,}3/3}{2+2{,}5}$	–	3,6
125 cm lang								
–	–	$\frac{0{,}6/2}{3{,}5+i}$	$\frac{0{,}5/1}{9+9}$	$\frac{0{,}4/2}{i+4{,}5}$	–	$\frac{0{,}4/2}{2+3}$	$\frac{0{,}2/3}{1+0{,}5}$	5
$\frac{0{,}8/3}{i+3{,}5}$	–	–	–	–	–	$\frac{0{,}2/3}{2+3{,}5}$	–	4,5
–	–	$\frac{0{,}5/4}{3{,}2+0{,}4}$	$\frac{0{,}5/2}{8+9}$	$\frac{0{,}5/4}{i+3}$	–	$\frac{0{,}4/5}{5+7}$	$\frac{0{,}5/4}{2+i}$	5
$\frac{0{,}9/4}{0{,}5+3}$	–	–	–	–	–	$\frac{0{,}1/3}{5+6}+\frac{0{,}2/2}{7+8}$	–	4,5
140 cm lang								
–	–	$\frac{0{,}8/4}{3+i}$	$\frac{0{,}6/4}{12+14}$	$\frac{0{,}4/1}{1+3{,}5}$	–	$\frac{0{,}2/2}{1+3}+\frac{0{,}3/2}{2+3}$	$\frac{0{,}5/4}{2+i}$	6,2
$\frac{1{,}4/7}{1+1}$	$\frac{0{,}4/3}{2+2}$	–	–	–	–	$\frac{0{,}5/3}{1+4}$	–	5
–	–	$\frac{0{,}9/2}{4+1}$	$\frac{0{,}5/3}{13+13{,}5}$	$\frac{0{,}3/1}{1+3}$	–	–	$\frac{0{,}2/1}{1+1}$	6
$\frac{1{,}5/4}{2+2}$	$\frac{0{,}5/4}{3+1}$	–	–	–	–	$\frac{0{,}3/2}{1+5}$	–	5
148 cm lang								
–	–	$\frac{1/2}{3+1}$	$\frac{0{,}4/2}{14+14}$	$\frac{0{,}6/1}{i+5}$	–	–	$\frac{0{,}1/2}{2+1}$	6,5
$\frac{1{,}5/6}{i+2{,}5}$	–	–	–	–	–	$\frac{0{,}2/2}{4+2}+\frac{0{,}1/1}{3{,}5+1{,}5}$	$\frac{0{,}1}{i+0{,}2}$	5
–	–	$\frac{1/1}{3+2}$	$\frac{0{,}4/1}{13{,}5+13{,}5}$	$\frac{0{,}4/2}{1{,}5+4}$	–	$\frac{0{,}2/4}{9+10}$	–	6,5
$\frac{1{,}5/9}{1{,}5+2{,}5}$	–	–	–	–	–	$\frac{0{,}5/2}{1+i}$	–	4,5

Literaturverzeichnis.

1. Acby, Die Muskeln des Vorderarms und der Hand bei Säugetieren und beim Menschen. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1859. Bd. 10. S. 34—87.
2. Agduhr, Beitrag zur Kenntnis der volaren Muskulatur am Vorderarm des Schweines. Anat. Anz. Bd. 45. S. 301—311.
3. Ballowitz, E., Über das Vorkommen echter peripherer Nervenendnetze. Anat. Anz. Bd. 9. S. 165—169.
4. Bardeleben, Über die Hand und Fussmuskeln der Säugetiere, besonders die des Präpollex (Prähallux) und Postminimus. Anat. Anz. Bd. 5. S. 435—444.
5. Derselbe, Über Innervierung, Entstehung und Homologie der distalen Gliedmassenmuskeln bei den Säugetieren. Verh. d. Anat. Ges. auf d. 5. Vers. 1891. S. 243—246. Bd. 6. Anat. Anz.
6. Bardeleben u. Frohse, Fr., Über die Innervierung von Muskeln insbesondere an den menschlichen Gliedmassen. Verh. Anat. Ges. 11. Vers. S. 38—41 u. 42—43.
7. Baum, Rudimendärer M. pronator teres beim Pferde. Deutsch. Tierärztl. Wochenschr. Bd. I. 1893.
8. Bell, Proc. Zool. Soc. 1876. p. 184. Cit. nach Windle and Parsons (79).
9. Bolk, Die Segmentdifferenzierung des menschlichen Rumpfes und seiner Extremitäten. I. Morph. Jahrb. 25. Bd. 1898.
10. Derselbe, Die Segmentdifferenzierung des menschlichen Rumpfes und seiner Extremitäten II. Die Segmente der oberen Extremität. Morph. Jahrb. 26. Bd. 1898.
11. Bonnet, Cit. nach Kolster. Vergleichend anatomische Studien über den M. pronator teres der Säugetiere. Anat. Hefte. Bd. 17.
12. Bradley, Ein abnormer N. medianus. The vet. Journ. 44. S. 97.
13. Derselbe, Eine weitere Abnormität des N. medianus. The vet. Journ. 46. p. 158.
14. Braus, H., Experimentelle Untersuchungen über die Segmentalstruktur der motorischen Nervenplexus. Bd. 34. S. 529—551. Anat. Anz. 1909.
15. Derselbe, Über Nervengeflechte. Anat. Anz. Ergänzungsb. zu 37. Bd. Verh. Anat. Ges. 24. Vers. Brüssel 1910. S. 14—30.
16. Derselbe, Präparatorische und experimentelle Untersuchungen über die motorischen Nerven der Selachienflosse. Erwiderung an E. Müller. Anat. Hefte. Abt. I, Arb. a. Anat. Inst. 1910. H. 121 (Bd. 40. H. 2). S. 423 bis 488. Vorl. Antwort an Herrn H. Kraus von E. Müller. Ibidem. S. 488a—488c.

17. Bronn, Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Cit. nach Windle and Parsons (80).
18. Böhm und Oppel, Mikroskopische Technik. Berlin 1912.
19. Chauveau et Arloing, Traité d'anatomie comparée des animaux domestique. E. 5.
20. Cornevin und Lesbre, Über die Beziehungen der Muskulatur des Maultiers zu derjenigen des Pferdes und des Esels. Lyon. Journ. S. 93. 1895.
21. Dieselben, Myologie und Splanchnologie. Unterschiede zwischen dem Schafe und der Ziege. Vergl. Untersuchung dieser Verhältnisse beim „Chabin". Ibidem. S. 199. 1892. Zit. nach Reiser (65).
22. Cuvier et Laurillard, Planches de Myologie. 1849. Zit. nach Windle and Parsons (80).
23. Eisler, P., Die Flexores digitorum. 9. Verhandl. Anat. Gesell. Bd. 10. S. 135. Anat. Anz.
24. Derselbe, Über die Ursache der Geflechtbildung an den peripheren Nerven. Verhandl. Anat. Ges. 16. Vers. Halle. Jena 1902. S. 200—207.
25. Derselbe, Die Muskeln des Stammes. Jena 1912.
26. Ellenberger und Baum, Vergleichende Anatomie der Haussäugetiere. 13. Aufl. 1912.
27. Dieselben, Systematische und topographische Anatomie des Hundes. Berlin 1891.
28. Fagan, P. J., Nerves in the Forearm. Report of collective Investigation in the anatomical Departm. of the catholic. Univers. med. School. Tr. R. Acad. Medicine in Ireland. 1892. Vol. 10. p. 455—456.
29. Forgue, Distribution des Racines Motrices dans les Muscles des Membres. Montpellier 1883. Zit. nach Russel.
30. Franck, L., Anatomie der Haustiere. Stuttgart. 1871.
31. Frohse, Fr., Die oberflächlichen Nerven des Kopfes. Berlin—Prag. 1895.
32. Derselbe, Über die Verzweigung der Nerven zu und in den menschlichen Muskeln. Anat. Anz. Bd. 14. S. 321—343. Jena 1898.
33. Erohse und Fränkel, Die Muskeln des menschlichen Armes in Handbuch der Anatomie des Menschen. Herausgegeben von Dr. Karl v. Bardeleben.
34. Gad, J., Über einige Beziehungen zwischen Nerv, Muskel und Zentrum. Festschrift zur Feier des 300jährigen Bestehens der Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg. Leipzig. Zit. nach Lederer-Lemberg (48).
35. Gegenbauer, Über das Verhältnis des N. musculo-cutaneus zum N. medianus. Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturw. III. Bd. 1867.
36. Derselbe, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Leipzig. 1898.
37. Goodrich, E. S., Notes on the development, structure and origin of the median and paired fins of fish. Quart. Journ. microsc. Science. Vol. 50. p. 333—376. London 1906.
38. Derselbe, On the segmental Strukture of the Motor Nervplexus. Bd. 36. p. 109—112. Anat. Anz. 1910.
39. Gurlt, Atlas der Haussäugetiere.
40. Derselbe, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haussäugetiere. 1829.

41. Herringham, W. P., The Minute Anatomy of the brachial Plexus. Proc. Royal Soc. London. Vol. 41. 1886.
42. His, W., Zur Geschichte des Gehirns, sowie der zentralen und peripheren Nervenbahnen beim menschlichen Embryo. Abh. d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss., math.-phys. Kl. Bd. 14. 1888. Zit. nach Müller, E. (57).
43. Hofer, K. G., Über den Verlauf der Arter. brachialis mit den N. medianus zwischen den beiden Köpfen des M. pronator teres. Bd. 36 p. 510—514. Anat. Anz.
44. Kadyi, Über das Rudiment des M. pronator teres beim Pferde. 26. Bd. d. Sitzungsber. der math. naturwiss. Abt. d. Akad. d. Wissensch. in Krakau. Zit. nach Baum, Rudimentärer M. pronator teres beim Pferde. Deutsche Tierärztl. Wochenschr. Bd. 1. 1893.
45. Kolster, R., Vergleichend anatomische Studien über den M. pronator teres der Säugetiere. Anat. Hefte. Bd. 17.
46. Krause, Beiträge zur Neurologie der oberen Extremität. 1865.
47. Kulczycki, W., Abnorme Maschenbildung im Verlaufe der Arteria collateralis ulnaris beim Pferde, durch welche der Nervus ulnaris hindurchgeht. Anat. Anz. Bd. 5. S. 679.
48. Lederer-Lemberg, Zur Frage der doppelten Innervation von Muskeln des Warmblüters. Bonn. Hager. Aus Arch. f. d. ges. Physiol. (Bd. 119, 1907). S. 95—109.
49. Lesbres, Myologie Comparée. Lyon. 1897. Zit. nach Windle and Parsons (80).
50. Luna, E., Frequente anastomosie tra il nervo mediano ed il ramo volare profunde del nervo cubitalé (homo). Bd. 36. p. 383—384. Anat. Anz.
51. Martin, Lehrbuch der Anatomie der Haussäugetiere.
52. Meckel, System der vergleichenden Anatomie. Dritter Teil. Halle. 1828.
53. Derselbe, Lehrbuch der Anatomie der Wirbeltiere. Leipzig. 1843.
54. Mivart, G., Anatomy of the cat. London. 1881.
55. Müller, E., Die Brustflosse der Selachier. Ein Beitrag zu den Extremitätentheorien. Anat. Hefte. Bd. 39. S. 471—601. Taf. 27—46. 1909.
56. Derselbe, Untersuchungen über die Muskeln und Nerven der Brustflosse und der Körperwand bei Acanthias vulgaris. Anat. Heft. Bd. 43. S. 1 bis 147. 1911.
57. Derselbe, Untersuchungen über die Anatomie und Entwicklung des peripheren Nervensystems bei den Selachiern. Arch. f. mikrosk. Anat. I. Abt. Bd. 81. S. 325—371. 1912.
58. Müller, Fr., Lehrbuch der Anatomie der Haussäugetiere. 1885.
59. Nussbaum, M., Über den Verlauf und die Endigung peripherer Nerven. Verhandl. d. Anat. Gesellsch. auf d. IX. Vers. in Basel. 1895. S. 26—30.
60. Paterson, E. M., The limb plexuses of mammals. Journ. Anat. and Physiol. Vol. 21. 1887.
61. Derselbe, On the Fate of the muscle-plate and the development of the spinal nerves and limb-plexuses in birds and mammals. Quart. Journ. of Microsc. Sc. Vol. 28. London. 1888.
62. Pitzorno, Musculus interflexorius. Schwalbes Jahresbericht. 1905. III. S. 207.

63. Rauber und Kopsch, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Leipzig. 1911.
64. Reichardt und Jennings, Anatomy of the cat. New-York. 1901.
65. Reiser, Emil, Vergleichende Untersuchungen über die Skelettmuskulatur von Hirsch, Reh, Schaf und Ziege. Diss. phil. Bern. 1903.
76. Ribbing, L., Die Innervation der Extensoren im distalen Teile der Extremitäten der Tetrapoden. Bd. 33. S. 449—456. Anat. Anz.
67. Ruge, G., Verschiebungen in den Endgebieten der Nerven des Plexus lumbalis der Primaten. Zeugnisse für die metamere Verkürzung des Rumpfes bei Säugetieren. Morph. Jahrb. Bd. 20.
68. Russel, J. S., An experimental Investigation of the Nerve Roots which enter into the Formation of the Brachial Plexus of the Dog. Phil. Trans. Royal. Soc. London. Vol. 184 B. p. 39. 1893.
69. Derselbe, On experimental Investigation of the Nerve Roots which enter into the Formation of the Lumbo-sacral Plexus of Macacus rhesus. Proc. Royal. Soc. London. Vol. 54. 1893.
70. Schachtschabel, Der Nervus facialis und trigeminus des Rindes. Leipzig. 1908.
71. Schmidt, F. W., Die Aufhebung der Formalinhärtung anatomischer und histologischer Präparate und eine darauf basierende neue Methode der differenzierenden Silberfärbung. Anat. Anz. Bd. 36. S. 652—654. 1910.
72. Schultze, O., Über embryonale und bleibende Segmentierung. Mit 1 Abbildung. S. 87—92. Verh. d. Anat. Ges. 10. Vers. in Berlin. 1896.
73. v. Schumacher, S., Zur Kenntnis der segmentalen (insbesondere motorischen) Innervation der oberen Extremität des Menschen. Sitz.-Ber. K. Akad. Wiss. Wien. Math.-naturw. Kl. Bd. 117. S. 131—209. Wien 1908.
74. Sussdorf, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 1895.
75. Sherrington, C. S., Note on the arrangement of some motor fibres in the lumbo-sacral plexus. Journ. Physiol. Vol. 13. p. 621—772. London 1902.
76. Derselbe, Experiments in examination of the peripheral distribution of the fibres of the posterior roots of some spinal nerves. Part. I, II. Philos. Trans. R. Soc. London. Vol. 184 and 190. 1898.
77. Todd, W., The hinder End of the Brachial Plexus in Man and Mammals. Bd. 42. S. 129—144. Anat. Anz.
78. Vennerholm, J., Spezielle Operationslehre des Pferdes. 1907.
79. Wichmann, Die Rückenmarksnerven und ihre Segmentalbezüge. Berlin 1900.
80. Windle, B. C. A. and Parsons, F. G., On the Muscles of the Ungulata. Proc. of the Zool. Soc. of London. 1901. Vol. 2.
81. Zander, R., Beiträge zur Kenntnis der Hautnerven des Kopfes. Anat Hefte. 9. Bd. H. 1—3. S. 885—889. 1897.
82. Derselbe, Über das Verbreitungsgebiet der Gefühls- und Geschmacksnerven in der Zungenschleimhaut. Anat. Anz. 14. Bd. Nr. 5. S. 131 bis 145. 1897.

Figurenerklärung.

Tafel 34/43.

Fig. 1. Gefrierquerschnitt durch den Vorderarm des Pferdes direkt unter der Grenze zwischen dem 1. und 2. proximalen Viertel des Radius. a) M. abductor pollicis longus; b) V. collateralis ulnaris; c) M. palmaris longus; d) N. ulnaris; e) A. collateralis ulnaris; f) A. mediana mit Muskelzweig; g) und j) Venen; i) V. cephalica antebrachii; h) N. medianus. ⊕ Die Lage der Hauptzweige von N. ulnaris. ⊛ Die Lage der Hauptzweige von N. medianus.

Fig. 2. Beugemuskeln des Vorderarmes bei Equus caballus mit Darstellung des Nerveneintritts in die Muskeln des intramuskulären Verlaufs der Nervenzweige und ihrer Anastomosen. Die punktierten Linien bezeichnen den intramuskulären Lauf der Nervenzweige und ihrer Anastomosen. a) N. interosseus, der, wie es scheint, einen distal verlaufenden Ast zu M. flexor pollicis longus (b) ausschickt.

Fig. 3. Textfigur. Erklärung im Text.

Fig. 4. Vorderarm des Cervus alces von der medialen, und Fig. 5 von der volaren Seite gesehen. a) N. medianus; b) A. mediana; c) V. medianoradialis; d) M. biceps brachii; e) Dorso-lateraler und f) Medio-volarer Ursprung des M. pronator teres; g) M. extensor carpi radialis; h) M. flexor carpi radialis; i) Olecranon; j) M. extensor carpi ulnaris; k) M. flexor carpi ulnaris; l) Radius; m) Insertionssehne des M. abductor pollicis longus; n) Dorsale und o) Volare Portion des M. flexor digitorum sublimis; p) Ein Muskel, der proximal intim mit der volaren Portion von M. flexor digitorum sublimis verbunden ist (M. tensor fasciae metacarpi).

Fig. 6. Gefrierquerschnitt in der Mitte des Vorderarmes von Bos taurus. a) Sehne des M. extensor indicis; b) M. abductor pollicis longus; c) N. ulnaris; d) N. medianus; e) A. ulnaris; e_I) A. radialis; f) V. mediana mit Ästen; g) A. interossea dorsalis. ⊛ Hauptnervenzweig von N. medianus. ⊕ Hauptnervenzweig von N. ulnaris.

Fig. 7. Beugemuskeln des Vorderarmes bei Bos taurus mit Darstellung des Nerveneintritts in die Muskeln, des Verlaufs der intramuskulären Nerven-

zweige und ihrer Anastomosen. a) N. interosseus antebrachii; b) Muskulotendinöse Verbindung zwischen der dorsalen (muskulösen) Portion des M. flexor digitorum sublimis und der Insertionssehne des M. flexor digitorum profundus.

Fig. 8. Gefrierquerschnitt vom Vorderarm des Schweines an der Grenze zwischen dem 1. und 2. proximalen Fünftel des Radius. a) M. extensor digit. III., IV. und V.; b) M. extensor digit. IV.; c) M. extensor digit. V. (b + c = M. extensor digit. lateralis); d) M. extensor indic. propr.; e) M. abductor pollicis long.; f) Sehnige Portion und g) Muskulöse Portion von M. extensor carpi ulnaris (M. ulnaris later.); h) Sehne des M. palmaris longus; i) Medio-volare Portion von Caput humerale (von M. flex. digit. prof.) meistens intim verbunden mit der lateralen Portion, die aber zuweilen (so in diesem Falle) frei ist; j) M. flexor carpi ulnaris; k) Muskel der medio-proximalen Verbindung zwischen dem muskulösen Teil der tiefen Portion des M. flex. digit. subl. und der Sehne des M. flexor digit. prof.; l) N. medianus; m) A. interossea; n) Vv. interosseae; o) M. flexor pollicis longus; p) M. pronator teres; q) A. mediana mit Muskelast (die übrigen sind Venen); r) N. ulnaris; s) A. collateralis ulnaris; t) V. collateralis ulnaris.

Fig. 9. Beugemuskeln des Vorderarmes bei Sus scrofa domesticus mit der Eintrittsstelle, dem intramuskulären Verlaufe und den Anastomosen der Nervenzweige. — • — • — • — • gibt an, dass der Nerv unter dem Muskel verläuft; a) Caput ulnare des M. flexor carpi ulnaris fehlt auf dem oben gezeichneten Muskel, ist jedoch bei dem untersuchten Material in 20 % Fällen vorgekommen.

Fig. 10. Beugemuskeln des Vorderarmes bei Sus scrofa domesticus mit der Eintrittsstelle und dem intramuskulären Verlaufe der Nervenzweige. — • — • — • — gibt an, dass der Nerv unter dem Muskel verläuft, ohne in ihn einzutreten.

Fig. 11. Gefrierquerschnitt des Vorderarms vom Hunde. Der Schnitt i zwischen das proximale 1. und 2. Viertel gelegt. a) A. mediana; b) V. mediana; c) N. medianus; d) M. flexor pollicis longus; e) M. pronator quadratus; f) N. ulnaris; g) A. collateralis ulnaris; h) V. collateralis ulnaris; i) Ramus dorsalis des N. ulnaris. j + k + l = Caput humerale des M. flexor digitorum profundus, j) seine laterale, k) seine medio-dorsale, l) seine medio-volare Portion.

Fig. 12. Beugemuskeln des Vorderarmes bei Canis familiaris mit den Eintrittsstellen und dem intramuskulären Verlauf der Nervenzweige und ihren Anastomosen.

Fig. 13 und Fig. 14. Erklärung im Text. Textfiguren.

Aus dem anatomischen Institut der Universität Greifswald.
Direktor: Prof. Dr. E. Kallius.

BEITRÄGE

zur

ENTWICKELUNG DER ZUNGE.

ENTWICKELUNG DER ZUNGE DER WEISSEN MAUS (MUS MUSCULUS VAR. ALBA).

von

ERICH GÖRS,
GREIFSWALD.

Mit 24 Abbildungen im Text.

Bei seinen Studien über die vergleichende Entwickelungsgeschichte der Zunge war Herrn Prof. Kallius aufgefallen, dass die Entwickelung der äusseren Form der Zunge der Maus mancherlei Besonderheiten zeigte, die eine eingehendere Beschreibung rechtfertigten. Deshalb bot mir Herr Prof. Kallius sein Material und einige schon ausgeführte Rekonstruktionen an, die ich zu beschreiben und durch Präparationen an den fast ausschliesslich in Zenkerscher Flüssigkeit fixierten Embryonen zu ergänzen hatte.

Ausser den auspräparierten Mundböden der Embryonen, die nach der Zeichnung und Beschreibung meistenteils in Serien zerlegt wurden, wurden noch eine Anzahl vollständiger Serien von Embryonen benutzt. Die Rekonstruktionen wurden nach dem bekannten Bornschen Verfahren angefertigt. Die benutzten embryonalen Stadien sind aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich.

Stadium	I.	Grösste	Länge	5,0	mm,
Stadium	II.	,,	,,	8,0	,,
Stadium	III.	,,	,,	14,4	,,
Stadium	IV.				
Stadium	V.	,,	,,	14,0	,,
Stadium	VI.	,,	,,	12,0	,,
Stadium	VII.				
Stadium	VIII.	,,	,,	17,5	,,

Stadium	IX.	Grösste	Länge	23,0	mm
Stadium	X.	,,	,,	29,0	,,
Stadium	XI.	,,	,,	30,5	,,
Stadium	XII.				
Stadium	XIII.	Neugeborene Maus,			
Stadium	XIV.	Erwachsene Maus.			

Ich beschränke mich bei meiner Darstellung auf die Schilderung der Entwickelung der äusseren Form der Zunge, auf ihre innere Organisation und die Umgestaltung der Knorpelspangen des Hyobranchialskelettes, soweit sie mit dem Thema näheren Zusammenhang haben.

Entwickelung der äusseren Form der Zunge bei der Maus (Mus musculus var. alba).

Stadium I. Von diesem Stadium steht mir eine Rekonstruktion der ventralen Kiemenregion in 100 facher Vergrösserung zur Verfügung. Die Figur 1 zeigt das Modell in 50 facher Vergrösserung. Die Schlundbogen, deren Anzahl vier beträgt, steigen von ihrem ventral gelegenen Verbindungsstück dorsalwärts auf; ihre Achse, besonders die des nur sehr schwach angelegten 4. Bogens, ist jedoch ziemlich stark zur Frontalebene geneigt. Die ersten Bogen sind stark nach aussen vorgewölbt und in der Mitte durch einen ziemlich tiefen Einschnitt getrennt; die hierdurch gebildeten, nach vorn stark vorragenden Vorwölbungen stellen die äussere Begrenzung der Mundspalte dar. Die ersten inneren Schlundtaschen sind in ihrem medial gelegenen Teile flach, dagegen vertiefen sie sich lateral ziemlich stark. Die Verschlussmembran besteht in ihren dorsalen Anteilen aus zwei Epithellagen, zwischen die aber ventral grössere Mesenchymmassen treten. Die äusseren Schlundtaschen sind gleichfalls ziemlich tief und umfassen den Bogen in seinem ganzen Verlauf.

Die zweiten Schlundbogen stehen den ersten an Grösse nur wenig nach. Das Epithel ihres Kopulagebietes ist merklich verdickt, und zwar nimmt die Verdickung am oralen Rand dieses Gebietes ihren Anfang, um sich in einem Bogen, dessen Konkavität ventral liegt, in die Tiefe zu senken. Das Ende dieses Epithelzapfens kommt dadurch unter den aboralen Rand der zu den zweiten Bogen gehörigen Kopula zu liegen. Wir haben hier die Anlage der Glandula thyreoidea vor uns, die in diesem Falle einfach ist und auch hier, wie bei anderen Tieren, vom

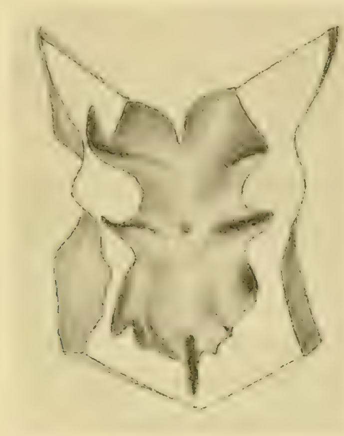


Fig. 1.
Erklärung im Text.

oralen Rand des Kopulagebietes der zweiten Bogen ausgeht. Soweit das an den vorhandenen Serien festzustellen ist, existiert bei der Maus nicht, wie z. B. beim Kaninchen, ein Tuberculum thyreoideum; vielmehr ist gerade mundhöhlenwärts von dem Epithelzapfen der Drüsenanlage eine ganz leichte Vertiefung zu sehen, die auch auf der Figur 1 markiert ist.

Die zweiten inneren Schlundtaschen sind sehr tief; ihre Ebene ist nicht genau horizontal, sondern in der Weise gegen die Frontalebene geneigt, dass das blinde Ende der Taschen

unter die zweiten Bogen zu liegen kommt. Die Verschlussmembranen sind ohne Mesenchym. Die äusseren Taschen machen sich als kleine Einziehungen bemerkbar, so dass die zweiten Bogen auch nach aussen abgegrenzt werden.

Die dritten Bogen haben nur eine geringe Grösse. Ihre inneren Schlundtaschen sind tief und erstrecken sich in kaudaler Richtung; die äusseren sind nur durch eine schwache Einziehung angedeutet. Die Verschlussmembranen enthalten zwischen ihren beiden Epithellagen Mesenchym.

Die vierten Bogen sind nur andeutungsweise als sehr schwache Erhebungen auf dem Mundboden zu bemerken, die — am deutlichsten rechts — mit den voraufgehenden Bogen im Kopulagebiet in Verbindung stehen, so dass die dritten Schlundtaschen bogenförmig von einer kleinen Erhebung umfasst werden. Eine Andeutung einer vierten inneren Tasche ist zu bemerken, jedoch fehlt die äussere Abgrenzung des vierten Bogens. Von dem Kopulagebiet ist ausser den vorher geschilderten Einzelheiten noch zu bemerken, dass sich in ihm vor dem Eingang in das Darmrohr eine merkliche Erhöhung befindet, die durch das darunter liegende Herz hervorgerufen und als Herzwulst bezeichnet wird.

Das nun folgende Stadium II besitzt 5 Schlundbogen. Die Figur 2 ist nach einer Rekonstruktion in 60 facher Vergrösserung um die Hälfte verkleinert gezeichnet. Die Bogen haben sich in lateraldorsaler Richtung ausgedehnt und das Kopulagebiet, das im vorigen Stadium mehr eine flache Ebene bildete, hat sich jetzt rinnenförmig vertieft.

Die ersten Bogen sind mächtig entwickelt und wenden der Mundhöhle eine grosse Fläche zu; der sie in der Mitte trennende Einschnitt hat sich nach der Seite der Mundhöhle zu vertieft, so dass jederseits von ihm ein starker Buckel hineinragt. Aussen hat er sich dagegen verflacht und die beiden Bogen hängen daher hier in einem breiteren Gebiete

zusammen. Die ersten inneren Schlundtaschen sind nicht sehr tief und in ihren dorsalen Anteilen ohne Mesenchym. Die äusseren reichen weit um die Bogen herum, wenngleich sie sich ventral nicht wie beim vorigen Stadium vereinigen.

Die zweiten Bogen haben an Grösse bedeutend abgenommen und stehen mit den dritten Bogen im Kopulagebiet in Verbindung. Sie reichen mit diesen zusammen so weit in dies Gebiet hinein, dass nur eine schmale Rinne zwischen ihnen übrig bleibt. Durch die Verengung der Kopula an dieser Stelle wird oral hiervon eine flache rautenförmige Ebene geschaffen,



Fig. 2.
Stadium II.

zu deren lateralen Ecken die ersten inneren Schlundtaschen verlaufen. An der kaudalen Ecke senkt sich die Thyreoidanlage in einer Länge von 120 μ in die Tiefe; im oberflächlichen Teil dieser Einsenkung ist auf eine Länge von 45 μ ein feines Lumen zu bemerken. Auch hier nimmt der Epithelzapfen am oralen Rand des Kopulagebietes der zweiten Bogen seinen Anfang, um sein Ende auf der Grenze zwischen den zweiten und dritten zu finden. Die zweiten inneren Taschen sind durch die oben geschilderte Verbindung der sie begrenzenden zweiten und dritten Bogen nach der Mitte zu von dem Kopulagebiet abgeschlossen. Ihre Verschlussmembran besteht nur aus zwei

Epithellagen. Die äusseren Taschen sind gut ausgebildet und grenzen die Bogen scharf ab.

Die dritten Bogen stehen den vorhergehenden an Grösse nur wenig nach. Die beim Stadium I erwähnte Erhebung vor dem Eingang in das Darmrohr (Herzwulst) ist geschwunden; an seine Stelle sind zwei in der Mitte durch eine schmale Rinne getrennte schwache Wülste getreten, die oral, nur durch eine ganz kleine Einziehung getrennt, mit den dritten Bogen in Verbindung stehen. Die sie in der Mitte trennende Rinne verläuft in das Darmrohr. Sehr tief sind die dritten inneren Schlundtaschen; ihre Verschlussmembran ist ohne Mesenchym; die ihnen entsprechenden äusseren Taschen sind ziemlich flach.

Die vierten Bogen sind klein; ihre Achse ist stark aboral geneigt. Von den oben erwähnten Wülsten setzen sie sich durch eine Einziehung ziemlich scharf ab, so dass ihre medialen Enden nicht mehr in das Kopulagebiet reichen. Die zu diesen Bogen gehörigen inneren Taschen sind sehr tief, wodurch die Bogen trotz ihrer Kleinheit eine scharfe Abgrenzung erfahren; auch die äusseren Taschen sind deutlich erkennbar. Ihre Verschlussmembran ist mit Mesenchym ausgefüllt und hat beiderseits sehr hohes Epithel. Eine minimale Einbuchtung im Epithel der inneren Taschen kann vielleicht als fünfte Schlundtasche gedeutet werden, womit wir dann, wenigstens andeutungsweise, auch fünfte Bogen zu verzeichnen hätten. Die Arytänoidwülste sind deutlich als ziemlich starke Erhebungen an jeder Seite neben dem Darmrohr zu sehen; ihre Achse ist genau nach dem Schwanzende zu gerichtet. Sie sind, ebenso wie die vorhergehenden vierten Bogen, von den oben erwähnten vor dem Eingang in das Darmrohr liegenden Wülsten durch eine Einziehung getrennt.

Stadium III. Auch von diesem Stadium ist ebenso wie von den folgenden bis Stadium VIII einschliesslich, eine Rekonstruktion in 60 facher Vergrösserung angefertigt. Die ersten

Schlundbogen haben sich, abgesehen von ihrer ziemlich erheblichen Wachstumsvergrösserung, noch in einigen Punkten verändert, die deshalb noch besonders bemerkenswert sind, weil sich in ihnen die ersten Anzeichen derjenigen Gebilde verraten, aus denen sich der Körper der Zunge im wesentlichen späterhin aufbaut. Der Einschnitt an der ventralen Seite ist etwas deutlicher geworden, wohingegen er sich dorsal etwas verflacht und verbreitert hat. Die nach der Mundhöhle zu gerichteten jederseits von dem Einschnitt liegenden Buckel, die schon beim vorigen Stadium erwähnt wurden, haben sich in ihren medialen Abschnitten erhoben, um lateral langsam abzufallen. Es sind dies die ersten Anfänge der seitlichen Zungenwülste. Die ersten inneren Schlundtaschen sind auf dem Mundboden bedeutend flacher geworden und die beim Stadium II beschriebene rautenförmige Fläche hat sich seitlich in die Länge gezogen und stark vertieft. Die der Mundspalte zugekehrte Ecke der Grube ist verschwunden, und man kann bemerken, dass sich dieses Gebiet zu heben beginnt; es ist dies die erste Anlage des Tuberculum impar, die sich auch ganz deutlich, ebenso wie die seitlichen Zungenwülste, auf dem mikroskopischen Bilde durch starke Zellverdichtung markiert. Die in der kaudalen Ecke befindliche Anlage der Glandula thyreoidea hat ihren Zusammenhang mit der Oberfläche des Mundbodens verloren und ist nur noch in einiger Tiefe als solider Zellstrang von 70 μ Länge zu bemerken; er liegt in der Höhe des Gebietes zwischen dem zweiten und dritten Bogen. Die äusseren Schlundtaschen sind besonders in dem unteren Teile tief eingeschnitten; die Verschlussmembran ist nur dorsal ohne Mesenchym.

Die zweiten Bogen haben sich mehr in das Kopulagebiet hinein fortgesetzt und dadurch die früher hier befindliche Rinne ziemlich zum Verschwinden gebracht. Ihre inneren Schlundtaschen sind sehr tief und reichen mit ihren blinden Enden

unter die dritten Bogen. Die äusseren Taschen sind ventral ziemlich tief; ihr dorsales Ende liegt nicht frei zutage, da es von dem Gewebe, das den zweiten Bogen mit dem folgenden verbindet, überlagert wird. Die Verschlussmembran ist ohne Mesenchym und liegt aus dem eben erwähnten Grunde ganz in der Tiefe. Der Zusammenhang des dritten Bogens, der übrigens viel kleiner geworden ist, mit dem zweiten hat sich gelöst; es besteht jetzt an dieser Stelle eine Furche, in die die zweiten inneren Taschen einmünden. Der Zugang zu den

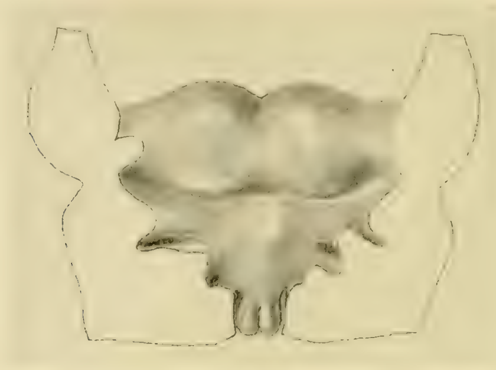


Fig. 3.
Stadium IV.

dritten inneren Taschen ist vom Mundboden aus nicht möglich, wohl aber vom Darmrohr; ihr Verlauf ist bogenförmig und zwar derart, dass die konkave Seite des Bogens der Mundspalte zugekehrt ist; äussere Taschen sind nicht zu bemerken. Die Verschlussmembran ist nur in ihren ventralen Teilen auf eine kleine Strecke ohne Mesenchym.

Sehr klein sind die vierten Bogen geworden und eigentlich nur äusserlich in ihren ventralen Teilen abgrenzbar durch die vierten äusseren Taschen, die jedoch auch nur eine ganz geringe Ausdehnung haben. Da eine dritte äussere Schlund-

tasche nicht vorhanden ist, verschmelzen dritter und vierter Bogen äusserlich zu einem. Im Darmrohr bemerkt man in ziemlicher Tiefe jederseits ein feines Loch von ca. 10 μ Durchmesser. Dies ist der Zugang zu den inneren Taschen, die sich von hier aus eine kleine Strecke an der Seite des Darmrohres in die Tiefe senken. Hierdurch wird das Gebiet der Arytänoidwülste, die selber nicht deutlich erkennbar sind, lateral begrenzt, während die mediale Begrenzung wieder das Lumen des Darmrohres bildet. Irgend eine Andeutung von fünften Bogen ist nicht vorhanden.

Zu dem Stadium IV, zu dem wir jetzt kommen, standen mir die Serienschnitte nicht zur Verfügung, sondern nur die Rekonstruktion (Fig. 3), so dass eine genauere Beschreibung der feineren Einzelheiten nicht möglich war. Im übrigen glaube ich auch auf diese Beschreibung verzichten zu können, da das Stadium V sich eng an dieses anschliesst. Die hauptsächlichsten Veränderungen seien hier mitgeteilt.

Die das Gebiet der ersten Bogen von dem der zweiten trennende rautenförmige Grube hat sich zu einer Spalte zusammengezogen, deren Ränder nur in ihrem mittleren Teil noch etwas weiter auseinander treten. Das Gebiet des Tuberculum impar tritt immer mehr heraus; ebenso hat sich das vor dem Eingang in das Darmrohr liegende Kopulagebiet äusserst stark zu einem Buckel vorgewölbt, so dass es höher wie alle anderen Teile des Mundbodens ist. Die Arytänoidwülste sind wieder deutlich vorhanden.

Stadium V (Figur 4 und 5). Im Gebiet der ersten Schlundbogen macht sich nun ein immer stärkeres Wachstum bemerkbar, das besonders die Zungenbildner immer schärfer hervortreten lässt. Der die Bogen früher in der Mitte trennende Einschnitt schwindet mehr und mehr und ist an der Aussenseite und vorne schon ganz flach geworden; an der der Mundhöhle zugewendeten Seite, wo er die seitlichen Zungen-

wülste trennt, ist er jedoch noch ziemlich scharf. Er gabelt sich alsdann und umfasst als seichte Einsenkung jederseits das nun schon ganz deutlich hervortretende Tuberculum impar (linguale). Die seitlichen Zungenwülste sind gleichfalls stark gewachsen und erstrecken sich in lateral-aboraler Richtung entlang den eben beschriebenen, das Tuberculum impar begrenzenden Furchen. Sie divergieren also in aboraler Richtung und umschliessen so das Tuberculum impar, das die Gestalt eines Dreiecks mit stumpfen Ecken hat, dessen eine Spitze



Fig. 4.
Stadium V.

oral gerichtet ist; die dieser gegenüber liegende Seite wird durch die Spalte begrenzt, die das Gebiet der ersten von dem der zweiten Bogen trennt. Die jeweilige Ausdehnung der Zungenbildner ist bei diesen und einigen folgenden Stadien aus den beigefügten Konturzeichnungen zu ersehen.

Die ersten inneren Schlundtaschen haben sich im wesentlichen nicht sehr verändert; ihre seitliche Ausdehnung hat sich etwas verringert und der das ganze Kopulagebiet durchziehende tiefe Spalt hat sich etwas mehr geschlossen; besonders dicht liegen die Ränder an den Stellen zusammen, wo früher die Schlundtaschen in die lateralen Ecken der rautenförmigen Grube

mündeten. Auf diese Weise wird in der Mitte ein Stück herausgesondert, das in seiner Länge ungefähr der Basis des Tuberculum impar entspricht; das Epithel dieses Spaltstückes senkt sich eine kleine Strecke in die Tiefe. Auf diese tiefe Furche, die das Gebiet des ersten Schlundbogens und das Tuberculum impar von dem aboral davon liegenden Branchialgebiet vollkommen scharf abtrennt, soll wiederholt aufmerksam gemacht werden, da bisher bei keinem der untersuchten Säugetiere eine solche Formation bekannt geworden ist.

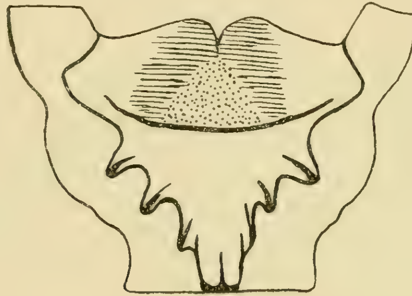


Fig. 5.
Konturzeichnung des Mundbodens der Maus. Stadium V. Das Tuberculum impar ist punktiert; die Zungenwülste sind schraffiert.

Die äusseren Schlundtaschen sind gut ausgebildet; zwischen ihrem Epithel und dem der inneren liegt eine starke Mesenchymschicht.

Die zweiten Bogen haben sich gegen das vorige Stadium fast gar nicht verändert; nur hat sich die im Kopulagebiet zwischen ihnen liegende Prominenz wieder etwas abgeflacht. In der Tiefe finden wir hier die Thyreoideaanlage, einen Epithelzapfen von ca. 70 μ Länge, der ein feines Lumen zeigt. Er nimmt in noch etwas grösserer Höhe seinen Anfang, als die Epitheleinsenkung des Spaltes ihr Ende findet, liegt also nicht direkt unter dieser, sondern eine Kleinigkeit aboral davon, unter dem oralen Abhang der eben erwähnten Prominenz.

Die zweiten inneren Schlundtaschen sind ziemlich flache Gruben, deren Achsen kaudal divergieren. Die äusseren Taschen sind auch nur schwach ausgebildet; sie bestehen nur in ihren unteren Teilen für sich allein; dorsal vereinigen sie sich mit den folgenden dritten Taschen. Von den Bogen ist noch nachzutragen, dass sich im ventralen Teil auf der Aussenseite eine flache Furche zeigt, die in der Längsrichtung des Embryo verläuft.

Die dritten Bogen sind sehr klein und gegen das Kopulagebiet durch eine schwache Furche abgegrenzt. Ihre inneren Taschen sind etwas tiefer als die vorhergehenden; die äusseren sind nur sehr klein und zeigen das vorher beschriebene Verhalten, dass sie nämlich zum Teil mit den vorhergehenden zusammen verlaufen. Hieraus ergibt sich, dass die dritten Bogen nur sehr unvollkommen abgegrenzt und nur schwach erkennbar sind. Die Verschlussmembran ist nur in ganz geringem Umfang ohne Mesenchym.

Die Ausdehnung der vierten Bogen ist sehr klein und eine äussere Abgrenzung nicht zu bemerken. Der Verlauf der vierten inneren Taschen ist sehr kompliziert. Ihre erste Andeutung sind Furchen, die jederseits die aborale Fortsetzung der bei den zweiten Bogen im Kopulagebiet liegenden Vorwölbung, die langsam zum Aditus laryngis abfällt, lateral begrenzen. Die Taschen wenden sich nun eine kleine Strecke senkrecht nach unten, um dann rechtwinklig zur Seite umzubiegen; hierauf erfolgt eine zweite Knickung um 90° nach unten, worauf sie dann bald endigen. Man kann nun bei diesem Stadium diese vierten Taschen auch sehr leicht in zwei Teile zerlegen, womit man auch hier die Anlage der fünften Bogen hätte. Wenn man jene Furchen, die den Anfang der vierten Taschen bilden und zugleich die Arytänoidwülste lateral begrenzen, als fünfte Taschen auffasst, so wären von der Stelle, wo sie sich rechtwinklig zur Seite wenden, die vierten Taschen zu rechnen.

Ich glaube hierzu um so eher ein Recht zu haben, als sich die genannten Furchen auch noch unterhalb dieser Abzweigung ein Stück in die Tiefe fortsetzen und daher um so mehr den Eindruck selbständiger Gebilde machen; hinzu kommt ausserdem noch, dass die Abzweigung nicht direkt am aboralen Ende der Furchen vor sich geht, sondern ungefähr in der Mitte, wodurch dann durch die Abzweigung einerseits und das aborale Ende der Furche andererseits ein wenn auch nur kleines Gebilde



Fig. 6.
Stadium VI.

begrenzt wird, das man gut als fünfte Bogen auffassen kann. Die Arytänoidwülste begrenzen als längliche Gebilde jederseits den Aditus laryngis. Die eben erwähnte vor ihm liegende Prominenz ist zum Teil als Material aufzufassen, aus dem sich später die Epiglottis bildet.

Das nun folgende Stadium VI zeigt wesentliche Veränderungen, denn nun tritt die Form der Zunge schon deutlich aus dem Mundboden heraus (Figur 6 und 7).

Das Gebiet der ersten Schlundbogen hat sich besonders verändert. An den die beiden Bogen früher trennenden Ein-

schnitt erinnert ventral nur eine flache und breite Furche, die sich etwas deutlicher in die Mundöffnung hinein fortsetzt. Hierdurch werden die beiden seitlichen Zungenwülste vorne noch scharf getrennt; dagegen ist die beim vorigen Stadium bestehende Gabelung dieser Furche fast ganz geschwunden und das Tuberculum impar nur noch ganz undeutlich durch äusserst flache Einsenkungen von den Zungenwülsten getrennt. Diese zeigen nun schon die Tendenz, in der Richtung nach vorne aus der Mundspalte herauszuwachsen. Lateral von ihnen erscheinen die seitlichen Randfurchen der Zunge, die S-förmig geschwungen nach den seitlichen Ecken der ersten Taschen hinziehen; es kommt jedoch nicht zur Einmündung in dieselben, da der orale Rand der Tasche, der aus einem seitlichen Zipfel des Tuberculum impar und einem Ausläufer des Zungenwulstes gebildet wird, dazwischen tritt. Das Tuberculum impar hat seine Gestalt etwas verändert, indem sich nämlich seine drei Ecken länger ausgezogen haben (siehe Figur 7). Die ersten inneren Schlundtaschen sind zu grossen flachen Gruben geworden und der Zusammenschluss der Ränder der den ganzen Mundboden früher quer durchziehenden Spalte ist an den schon früher erwähnten beiden Stellen vollkommen. Der median liegende Teil besteht nur noch aus einer flachen Mulde, in die oral vom Tuberculum impar her ein kleiner Vorsprung hineinragt. Von dieser Stelle nimmt die Entstehung der Papilla vallata ihren Ausgang, die aber später im Zusammenhang mit der der Papilla foliata geschildert werden soll. Die äusseren Taschen stellen sich als trichterförmige Gruben dar.

Die zweiten Bogen überragen an Grösse bei weitem die auf sie folgenden und beherrschen samt ihrem Kopulagebiet den grössten Teil des hinteren Mundbodens; sie verlaufen in aboral konvergierender Richtung. Der Höcker, der sich an ihrer Verbindungsstelle erhebt, ist ziemlich prominent. Hier findet man in ziemlicher Tiefe unter dem oralen Abhang dieser

Prominenz die Thyreoideaanlage, die also auch hier die gleiche Lage hat wie beim vorigen Stadium, wodurch auch hier die bis jetzt bestehende Regel bestätigt wird, dass bei den Säugetieren das Tuberculum impar vor dieser Anlage liegt. Die zweiten inneren Schlundtaschen sind sehr klein. Sie verlaufen in kaudaler Richtung. Auf der linken Seite zeigt sich eine Zweiteilung der Tasche durch einen Epithelstrang; der lateral gelegene Teil führt aber nicht nach aussen, sondern ist von dicken Gewebsmassen umschlossen; auf der rechten Seite ist

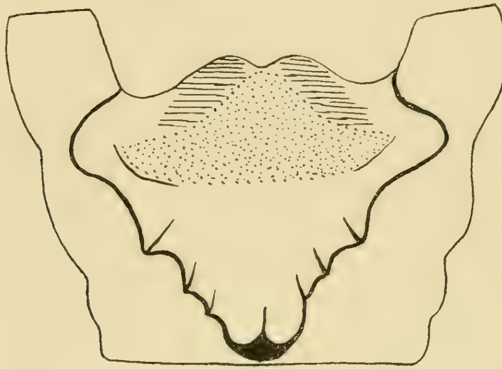


Fig. 7.

Konturzeichnung des Mundbodens der Maus. Stadium VI. Vergr. 30fach. Das Gebiet des Tuberculum impar ist punktiert; die Zungenwülste sind schraffiert.

nichts Derartiges zu bemerken; der Verlauf der Tasche ist aber derselbe. Höchst wahrscheinlich hat man es hier mit dem Rest der äusseren Tasche zu tun, von der sonst auf beiden Seiten nichts zu bemerken ist.

Die nun folgenden dritten und vierten Bogen haben nur eine ganz geringe Ausdehnung; ihre Achsen sind stark zur Medianebene geneigt. Auch die dritten Schlundtaschen zeigen bei dem vorliegenden Präparat verschiedenes Verhalten. Auf der linken Seite ist die innere Tasche deutlich erkennbar; sie mündet offen in die Mundhöhle und ihre Epithelbekleidung

setzt sich als feiner Strang auf die Oberfläche des Embryo fort und geht dort in ein niederes Epithel über. Auf der anderen Seite ist eine offene Mündung in die Mundhöhle nicht vorhanden, sondern die Verbindung mit derselben wird nur durch einen Epithelstrang vermittelt, der ebenso, wie auf der linken Seite, mit dem Ektoderm zusammenhängt.

Die Ebenen der zweiten und dritten inneren Taschen konvergieren nach der äusseren zweiten Tasche, so dass äusserlich nur zwei Bogen erkennbar sind. Die Öffnung der sehr kleinen vierten Taschen sieht dorsal; sie senken sich dann schlauchförmig neben dem Darmrohr in die Tiefe. Auch hier findet sich eine kleine Verschiedenheit zwischen beiden Seiten, indem nämlich auf der rechten Seite keine Öffnung mehr vorhanden ist, sondern nur ein solider Epithelstrang. Die Arytänoidwülste haben sich, abgesehen von einer Verbreiterung, nicht verändert.

Stadium VII. Die seitlichen Zungenwülste sind wieder nach vorne stark vorgewachsen; dazu haben sich die seitlichen Randfurchen der Zunge vertieft und nach vorne ausgedehnt; ein Zusammentreffen an der Spitze der Zunge hat indessen noch nicht stattgefunden, so dass sie dort noch nicht frei geworden ist. Der Verlauf der Randfurchen ist in diesem Falle auf beiden Seiten verschieden. Auf der linken Seite ähnelt das Bild dem Stadium VI. Die Furche endigt plötzlich an einer von der Seite der Mundhöhle nach der Zunge ziehenden wallartigen Erhebung, dem oralen Rand der ersten Schlundtaschen, deren Rest noch schwach zu erkennen ist. Auf der anderen Seite ist ihre aborale Ausdehnung schon etwas weiter fortgeschritten und zeigt mehr das Bild des folgenden Stadiums. In der Medianebene der Zunge verläuft, von der Spitze beginnend über das Gebiet des Tuberculum impar hinweggehend, eine flache Rinne, die kurz vor der aus dem vorigen Stadium bekannten Grube ihr Ende findet. Letztere ist immer mehr im Schwinden begriffen und zeigt in der Mitte etwas stärkeres Epithel.

Das Gebiet der zweiten Bogen hat sich wenig verändert; die Bogen selber ziehen aboral konvergierend gegen den Kehlkopfeingang, wo im Kopulagebiet jederseits von den eigentlichen Bogen durch eine flache Grube getrennt der Epiglottiswulst liegt. Von den zweiten Schlundtaschen finden sich Reste in Form schlauchförmiger Einsenkungen, die noch mit der Mundhöhle kommunizieren. Dies ist bei den weiter medial liegenden Resten der dritten und vierten Taschen nicht mehr der Fall; diese stellen sich als mitten im umgebenden Gewebe liegende schlauchförmige Höhlungen dar.

Deutlich sich markierende dritte und vierte Bogen sind nicht mehr vorhanden. Die Arytänoidwülste haben sich nicht wesentlich verändert; sie sind nur oral weiter auseinander gewichen, wodurch der bis dahin nur spaltförmige Kehlkopfeingang sich bedeutend erweitert hat.

Stadium VIII Figur 8). Die Teile der ersten Bogen, die den Unterkiefer bilden, sind sehr stark herangewachsen; der mediane Einschnitt ist bis auf eine ganz schwache ventrale Furche völlig geschwunden. Die Zunge, die sich nun vollständig aus dem Mundboden herausgehoben hat, ist nun auch an der Spitze frei geworden, da die Randfurchen jetzt hier zur Vereinigung gekommen sind und sich überdies noch stark vertieft haben. Die Zungenwülste sind nach vorne gewachsen, so dass die Zunge mit der Spitze aus der Mundöffnung heraussieht. Nach hinten setzen sie sich durch lange Schenkel auf den noch schwach erkennbaren oralen Rand der ersten Taschen fort, wodurch die Zunge an den beiden Seiten des Mundbodens befestigt und zugleich der Fortsetzung der Randfurchen ein Ziel gesetzt wird. Zwischen diese beiden Schenkel schiebt sich von hinten das Gebiet des Tuberculum impar, dessen laterale Grenzen noch immer durch seichte Furchen markiert werden. Die dies Gebiet aboral begrenzende Grube ist nur noch durch die Anlage der Papilla vallata und je eine

zu beiden Seiten davon liegende kleine Vertiefung angedeutet. Von hier aus bis zur Zungenspitze zieht in der Medianebene eine besonders an der Spitze deutliche Furche. Die ersten Schlundtaschen verraten sich nur noch durch die Ausbuchtung der Mundhöhle und die sich hier hinein erstreckenden flachen Mulden. Die zweiten Bogen gehen infolge des Verstreichens der ersten Schlundtaschen ganz allmählich in das oral von ihnen gelegene Gebiet über; ihre aborale Grenze ist etwas

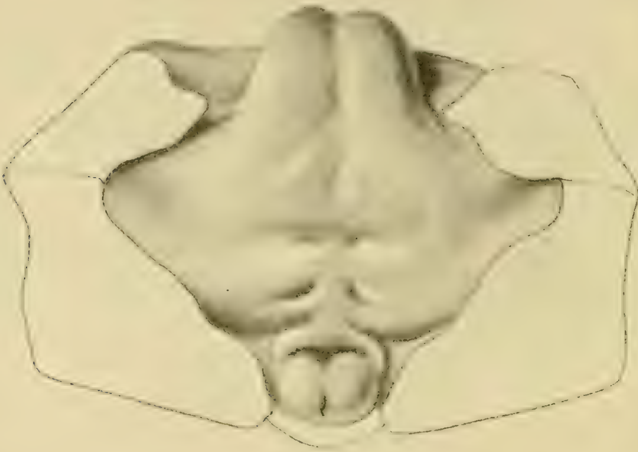


Fig. 8.
Stadium VIII.

schärfer, da hier noch geringe Reste der zweiten Taschen zu bemerken sind. Der in ihrem Kopulagebiet liegende Epiglottiswulst hat schon die deutliche Form der späteren Epiglottis angenommen. Von der Papilla vallata her läuft ein länglicher Wulst bis zum Kehlkopfeingang; von ihm gehen jederseits zwei tiefere Furchen, deren Achse eine Kleinigkeit aboral geneigt auf der Achse dieses Wulstes steht, ab.

Das erste Paar verläuft in der Richtung nach den Resten der zweiten Schlundtaschen, ohne jedoch in dieselben ein-

zumünden. Ich möchte hierbei jedoch bemerken, dass diese Furchen keineswegs selber Reste dieser Taschen sind, sondern dass sie neu aufgetreten sind. Analoge Verhältnisse finden sich beim Schwein; auch hier treten diese Furchen neu auf, wie Kallius in der betreffenden Arbeit über die Entwickelung der Schweinezunge ausdrücklich betont. Aboral von ihnen liegt jederseits eine längliche, zur Seite ziehende Erhebung, die allmählich verstreichend in das Gebiet der zweiten Bogen verläuft. Auf sie folgt das zweite Paar der Furchen, die nach kurzem seitlichem Verlauf nach unten umbiegen und die hinter ihnen liegenden Plicae aryepiglotticae nach der Zunge zu abgrenzen. Während die aborale Endung des medialen Wulstes die Spitze der Epiglottis bedeutet, ist das orale Ende als Frenulum der Epiglottis zu deuten. Zwischen den Arytänoidwülsten, die sich zu mächtigen Gebilden entwickelt haben, und den Plicae aryepiglotticae führen feine Spalten in den Oesophagus.

Auf der Höhe der jetzt deutlich T-förmigen Kehlkopföffnung finden sich seitlich ganz geringe Reste der dritten Taschen; von einer Abgrenzung der dritten Bogen kann jedoch nicht mehr die Rede sein.

Von den nun folgenden Stadien sind makroskopische Präparate des Mundbodens der in Zenkerscher Flüssigkeit gehärteten Tiere oder Embryonen hergestellt, die unter dem Binokularmikroskop gezeichnet wurden.

Stadium IX (Figur 9). Die Zunge hat sich jetzt vollkommen aus ihrer Umgebung herausgehoben; ihre Spitze ist auf eine grössere Strecke ganz frei geworden und die Randfurchen haben sich noch weiter vertieft. Die Zungenwülste sind zusammen mit dem Unterkiefer sehr in die Länge gewachsen und haben dadurch ein gestrecktes Aussehen erhalten; dieses Wachstum hat das Gebiet des Tuberculum impar nicht in dem gleichen Masse mitgemacht. Abgesehen von diesem

Längenwachstum ist das Aussehen der Zunge auch dadurch gestreckter geworden, dass die Randfurchen sich weiter nach hinten vorgeschoben haben. Sie haben dadurch die Verbindung der Zungenwülste mit dem oralen Rand der ersten Schlundtaschen durchbrochen und sind bis auf die Höhe der Papilla vallata vorgerückt; zugleich sind die in Form von Buchten sich seitwärts in die Mundhöhle erstreckenden Taschenreste verschwunden. An der Stelle, wo der Durchbruch erfolgt ist,



Fig. 9.
Stadium IX.

findet man an der Seite der Zunge die ersten Andeutungen der Papilla foliata in Form einer äusserst feinen Fältelung des Epithels. Über die Oberfläche der Zunge ist noch folgendes zu bemerken: Es zieht sich über die ganze Länge der Zunge, die Mittellinie bezeichnend, eine an der Spitze sehr deutliche, nach hinten zu weniger deutliche Furche; weiter findet sich quer über den ganzen Zungenkörper laufend ungefähr in der Mitte derselben eine Vertiefung; zugleich ist die Zunge hier auch seitlich eingeschnürt. Aboral von der Papilla vallata senkt

sich der Zungenkörper stark nach unten dem Kehlkopf zu; auf diesem abfallenden Teil sind jederseits zwei von der Papille ausgehende halbkreisförmige ganz schwache Furchen zu bemerken, die ihre Konkavität der Mundöffnung zuwenden. Der in diesem Teil beim vorigen Stadium in der Mittellinie liegende Wulst ist in seinem oberen Teil völlig verschwunden; geblieben ist nur ein kleiner Rest, die Spitze der Epiglottis, von der, wie

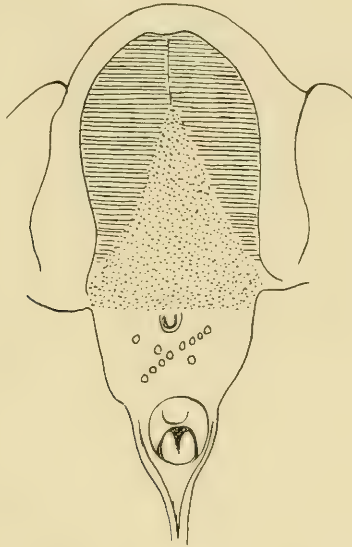


Fig. 10.

Konturzeichnung des Mundbodens der Maus. Stadium XI. Vergr. 15 fach. Das Gebiet des Tuberculum impar ist punktiert; die Zungenwülste sind schraffiert.

im vorigen Stadium, in wenig veränderter Gestalt, die Plicae aryepiglotticae seitlich abgehen, um unter den Arytänoidwülsten zu verschwinden. Zwischen letzteren, die jetzt wieder den ganzen Kehlkopfeingang verschliessen, und den Plicae aryepiglotticae befinden sich auch hier schwache Spalten, die in den Ösophagus münden und die man wohl als letzte Reste der vierten Taschen auffassen kann.

Von dem Stadium X steht mir nur die Serie zur Ver-

fügung. Ich hielt es für überflüssig, noch eine Rekonstruktion herzustellen, da bedeutende Veränderungen der Zungenoberfläche nicht zu erwarten sind. Der Grund, warum ich dieses Stadium noch einfüge, ist, dass nämlich jetzt die auf der ganzen Oberfläche der Zunge verstreut liegenden Papillae fungiformes erscheinen, und zwar in Form von kleinen Zellanhäufungen,



Fig. 11.
Stadium XI.

die sich deutlich vom übrigen Epithel abheben und auch ein wenig über die Epithelschicht hervorragen.

Stadium XI (Figur 10 und 11). Die Zunge ist im Verhältnis zur Länge etwas in die Breite gewachsen. Die Zungenwülste sind etwas auseinander gewichen und in dem hierdurch gebildeten Raum hat sich eine Erhebung herausgebildet, die von dem übrigen nach hinten gelegenen gleichfalls erhöhten Gebiet durch eine Querfurche getrennt ist; diese Pro-

minenz ist zum Gebiet des Tuberculum impar zu rechnen. Am Zungenrande zur Seite dieses Gebildes und auch noch auf den Zungenwülsten sind zahlreiche quer verlaufende Falten zu bemerken.

Die Papillae fungiformes haben sich weiter ausgebildet, indem in die Epithelhaufen von unten her Bindegewebe hineinzuwachsen beginnt. Auf dem sich stark senkenden Zungengrunde sind papillenförmige Erhöhungen erschienen, die in Form eines liegenden Kreuzes angeordnet sind; dies sind, wie die mikroskopische Untersuchung ergibt, die Mündungsstellen von Drüsen. Der Kehlkopf hat sich auch in einigen Punkten verändert. Die Epiglottis erscheint stark verdickt, dagegen sind die Arytänoidwülste im Wachstum zurückgeblieben und die T-förmige Kehlkopföffnung ist wieder sichtbar geworden.

Stadium XII ist einer ausgetragenen, aber noch nicht geborenen Maus entnommen; auch hiervon wurde aus dem schon vorher angegebenen Grunde keine Rekonstruktion angefertigt und dieses Stadium nur eingefügt, um die weitere Entwickelung der Papillae fungiformes und die beginnende der Papillae filiformes zu verfolgen. Erstere sind jetzt vollkommen fertig, aber makroskopisch noch nicht zu erkennen. Die letzteren, von denen bis jetzt noch nichts zu bemerken war, beginnen jetzt auch zu erscheinen, und zwar zuerst im Halbkreis oberhalb der Papilla vallata; sie sind hier schon vollkommen ausgebildet, während auf dem übrigen Teil der Zunge noch nichts von ihnen zu bemerken ist. Eine Veränderung der im Zungengrund liegenden papillenförmigen Drüsenmündungen hat nicht stattgefunden.

Bevor ich nun zur Schilderung der Zunge der neugeborenen und erwachsenen Maus übergehe, möchte ich erst die noch fehlende Entwickelung der Papilla vallata und Papillae foliatae nachholen.

Papilla vallata. Beim Stadium V bemerkt man, wie

schon kurz an der betreffenden Stelle gesagt wurde, kaudal vom Tuberculum impar am Grunde der hier befindlichen Spalte eine Epitheleinsenkung, unter der sich in den folgenden Stadien in der Tiefe eine Zellverdichtung einstellt. Von unten schräg nach hinten aufsteigend erfolgt dann das Einwachsen des Binde-



Fig. 12.
Stadium XIII.

gewebes, wodurch das Epithel nach aussen vorgestülpt wird. Das erste Anzeichen dieses Prozesses zeigt sich beim Stadium VI, wo man schon eine kleine Hervorragung in der schwindenden Spalte bemerkt, die dann in den folgenden Stadien immer deutlicher wird. Im Stadium X ist die Ausbildung der Papille vollendet. Die Umwallung ist nur aboral ausgebildet und fehlt oral vollständig.

Papilla foliata. Das allererste Anzeichen der Papille wurde schon beim Stadium IX erwähnt; bei einem nicht zur Beschreibung verwendeten Stadium, das zwischen Stadium IX und X liegt, ist diese erste Anlage noch deutlicher. Beim Stadium X beginnen dann die Epithelfalten eben in die Tiefe zu

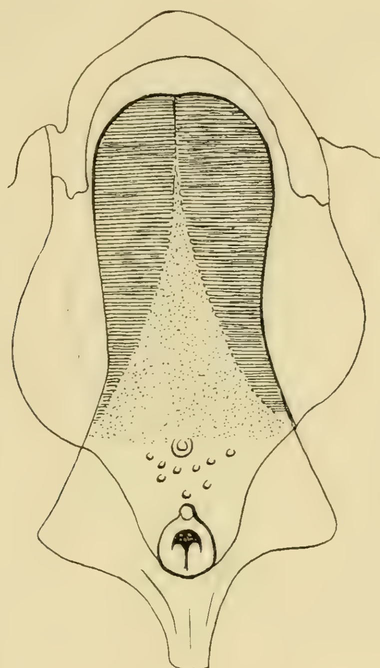


Fig. 13.

Konturzeichnung des Mundbodens einer neugeborenen Maus. Das Gebiet des Tuberculum impar ist punktiert; das der Zungenwülste ist schraffiert.

wachsen, wobei sich auch auf der Oberfläche schon eine schwache Faltung bemerkbar macht. Dieser Vorgang schreitet in den folgenden Stadien weiter fort, wobei zu bemerken ist, dass die Tiefe der Falten von hinten nach vorne abnimmt und ihre Richtung schräg nach hinten verläuft. Die völlige Ausbildung ist dann kurz vor der Geburt vollendet. An der erwachsenen Zunge sieht man die Papille an jeder Seite dicht

vor der Stelle, wo die Zungenschleimhaut auf die Wangenschleimhaut umschlägt, bei Lupenvergrösserung als ganz feine Falten. Die Vorgänge wurden durch die Stadien X—XII mittels Rekonstruktion in 300facher Vergrösserung verfolgt.

Hierzu möchte ich noch bemerken, dass ich nach meinen



Fig. 14.
Stadium XIV.

Untersuchungen für die Behauptung Hallers[1]), dass die Papilla foliata „aus serial angeordneten Wallpapillen hervorgehe", keinerlei Beweise gefunden habe. Ebenso war der Wall der Papilla vallata in dem speziellen Falle der Zunge der Maus bei allen von mir durchgesehenen makroskopischen wie mikroskopischen Präparaten niemals, wie in der gleichen Arbeit angegeben, aboral, sondern umgekehrt oral unvollständig.

[1]) B. Haller, Die phyletische Entwickelung der Sinnesorgane der Säugetierzunge. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 74. 1909

Stadium XIII (Figur 12 und 13). Neugeborene Maus. Das ganze Gebiet des Tuberculum impar ist nun wieder etwas eingesunken, wobei auch die quer über den Zungenkörper ziehende Furche geschwunden ist; von ihm strahlen in die hinteren Winkel der Mundhöhle jederseits langgestreckte

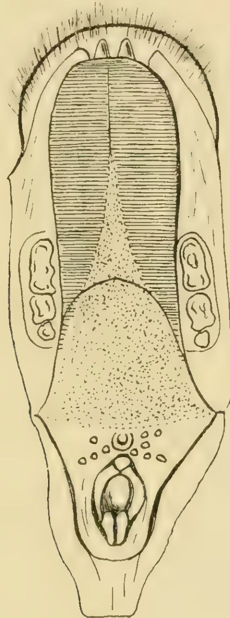


Fig. 15.

Konturzeichnung des Mundbodens einer erwachsenen Maus. Vergr. ca. 6 fach Das Gebiet des Tuberculum impar ist punktiert, das der Zungenwülste ist schraffiert.

Wülste aus, die zwischen sich den Zungengrund einschliessen; dieser hat eine sehr starke Senkung erfahren, woran sich auch die Papilla vallata beteiligt hat. Oral wird dieselbe durch einen nach hinten offenen Halbkreis begrenzt, der mit besonders gut ausgebildeten kegelförmigen Papillae filiformes besetzt ist. Unterhalb der Papilla vallata findet man wieder die etwas erhabenen Drüsenendigungen des Zungengrundes;

die den Eindruck von wirklichen Papillen machen, von denen jedoch in diesem Teil der Zunge nichts zu bemerken ist. Am Kehlkopf fällt die im Vergleich zur Epiglottis ziemlich bedeutende Grösse der Arytänoidknorpel auf. Die mediale Furche ist nur an der Zungenspitze gut ausgebildet, aber auch in ihrem weiteren Verlauf bis zu ihrer Einmündung in den Zungengrund ist sie ziemlich gut zu verfolgen. Die Papillae filiformes sind nun auf der ganzen Zungenoberfläche ausgebildet.

Stadium XIV (Fig. 14 und 15). Erwachsene Maus. Die Veränderungen, die die Zunge der neugeborenen Maus bis zu diesem Stadium durchgemacht hat, sind ziemlich bedeutend. Im ganzen betrachtet ist sie im Verhältnis zu ihrer Breite länger geworden und die am hinteren Drittel befindliche Einschnürung des Körpers ist höher gerückt, so dass sie sich jetzt ungefähr auf der Hälfte befindet; ausserdem ist sie auch schwächer geworden.

In ihren vorderen zwei Drittel zeigt die Zunge eine mediane Furche, zu deren beiden Seiten langgestreckte Wülste liegen, die aber nicht bis zur Spitze reichen, sondern schon eine kleine Strecke vorher ihr Ende finden, indem sie ziemlich unvermittelt in einem halbkreisförmigen Rand zu dem ziemlich ebenen Gebiet der Zungenspitze, das nur von der hier schwach ausgebildeten Medianfurche durchzogen wird, abfallen. Nach hinten ist ihr Abfall ganz allmählich. Das hintere Drittel des Zungenkörpers hat sich zu einem mächtigen Buckel erhoben, der in der Mitte, etwas mehr oral gelegen, eine flache Delle zeigt. Er nimmt die ganze Breite der Zunge ein und fällt nach vorne schroff in einem Halbkreise ab. Auch seine hintere Peripherie, an der die Papilla vallata liegt, bildet einen Halbkreis und hebt sich deutlich von der Umgebung ab. Die den Zungengrund begrenzenden schenkelartigen Wülste haben sich etwas verkürzt, da ihr oraler Teil in den eben geschilderten Buckel einbezogen wurde. Der Zungengrund, der früher bei horizontaler

Fixierung der Zunge gleichfalls eine horizontale Lage einnahm, fällt jetzt sehr steil von der Papilla vallata, die sich wieder gehoben hat, zur Epiglottis ab, weshalb er auf dem Bilde auch stark verkürzt erscheint; wir bemerken auf ihm wieder die erhabenen Drüsenmündungen. Die Epiglottis hat sich stark in die Höhe gebogen und besitzt gerundete Ränder.

Was die Zungenpapillen anbetrifft, so findet man auf den ersten zwei Dritteln der Zunge feine Papillae filiformes, zwischen denen in ziemlicher Anzahl Papillae fungiformes verstreut liegen. An dem vorderen lateralen Rand des hinteren Zungenbuckels liegen links drei, rechts zwei Papillae fungiformes dicht nebeneinander. Der Buckel ist mit grossen, groben Papillae filiformes besetzt, die vorn oral, hinten aboral gerichtet sind. Papillae fungiformes findet man in diesem Teil der Zunge nicht. Der Zungengrund ist völlig frei von Papillen, ebenso die ihn lateral begrenzenden Wülste.

Um Klarheit über die Wachstumsverhältnisse der Zunge zu bekommen, wurden nach dem Beispiel von Kallius in seiner Arbeit über die Schweinezunge[1]) die Konturen der Zunge und des Mundbodens von sechs Stadien übereinander gezeichnet. Die Konturzeichnungen wurden auch in diesem Falle derart reduziert, dass die Entfernung von der äussersten Spitze des Unterkiefers bis zum Kehlkopfeingang die gleiche blieb. Beim Vergleich fällt sofort die ausserordentlich starke Zunahme des ersten Schlundbogens in sagittaler Richtung in die Augen. Der Mundboden als Ganzes zeigt vom Stadium I bis zum Stadium VI eine Zunahme in die Breite, der jedoch von da ab bis zur völligen Ausbildung der Zunge eine Verschmälerung folgt. Die Entfernung von der Papilla vallata bis zum Kehlkopfeingang verringert sich vom Auftreten der Papille im Sta-

[1]) E. Kallius, Beiträge zur Entwickelung der Zunge. III. Teil. Säugetiere. Sus scrofa dom. Anat. Hefte. 41. Bd. 123/124. Heft.

dium VI bis zum Stadium IX, um von nun an nahezu konstant zu bleiben. Diese letzte Tatsache, dass die Entfernung Papilla vallata — Kehlkopfeingang unveränderlich bleibt, deutet darauf hin, dass das Hauptwachstum den zum ersten Schlundbogen gehörigen vorderen Teilen der Zunge zukommt und dass der Zungengrund, sobald er fertig ist, seine Ausdehnung nicht mehr wesentlich ändert. Zwischen dem Stadium IX und dem der

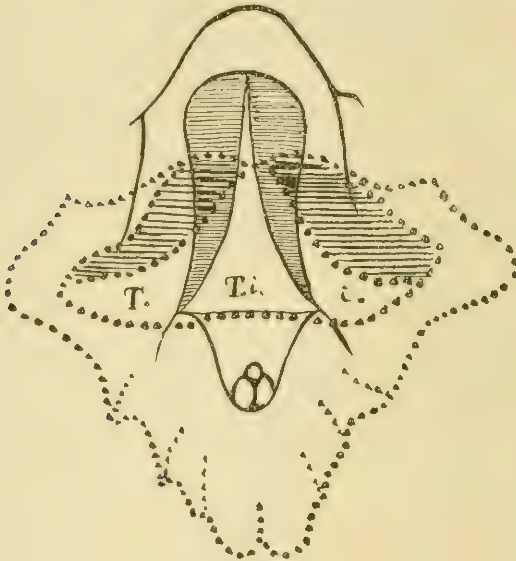


Fig. 16.
Erklärung im Text.

neugeborenen Maus bleibt das Wachstum der Zunge etwas zurück. Dieses Zurückbleiben wird aber bald unter gleichzeitiger Verschmälerung der Zunge eingeholt; die Länge des IX. Stadiums wird jedoch nicht vollkommen erreicht. Man kann auch hier während einer Periode des embryonalen Lebens von einer Überlänge der Zunge gegenüber dem Unterkiefer sprechen. Dem Beispiele von Kallius folgend wurde dann noch eine Zeichnung hergestellt, bei der die Konturen der Stadien VI und

XIII (neugeborene Maus) derart aufeinander gezeichnet wurden, dass die hinteren Grenzen des Tuberculum impar zusammenfallen. Aus dieser Abbildung (Figur 16) wird ganz besonders das Vorwachsen des vorderen Zungenabschnittes augenfällig. Über die Verlagerung der einzelnen die Zunge bildenden Teile braucht nichts weiter gesagt zu werden, da sie sich aus der Figur ohne weiteres ergibt.

Zusammenfassung.

Die für die Zungenbildung wichtigsten Punkte seien hier nochmals hervorgehoben:

1. Noch bevor irgendwelche für die Zungenanlage wichtigen Bildungen hervortreten, ist die Anlage der Gl. thyreoidea zu bemerken. Sie senkt sich als vom Epithel des Mundbodens ausgehender Zapfen vom oralen Rand des Kopulagebietes der zweiten Bogen ventral und zugleich kaudal in die Tiefe. Im Verlaufe der Entwickelung ist ein später verschwindendes Lumen zu bemerken.

2. Das Tuberculum impar erscheint bei einer deutlichen Ausbildung von fünf Schlundbogen. Es liegt in der Medianlinie an der aboralen Grenze der ersten Schlundbogen. Zugleich sind jederseits von dem die beiden ersten Schlundbogen oral trennenden Spalt die ersten Anlagen der seitlichen Zungenwülste zu bemerken. Die Thyreoideaanlage, die hinter dem Tuberculum impar liegt, verliert ihren Zusammenhang mit dem Epithel des Mundbodens.

3. Aboral vom Tuberculum impar, jedoch durch einen Spalt vom ihm getrennt, bildet sich im Kopulagebiet eine bis zum Larynxeingang reichende Vorwölbung aus.

4. Das Tuberculum impar hebt sich immer deutlicher aus der Umgebung hervor; es nimmt die Gestalt eines Dreiecks mit stumpfen Ecken an, dessen oral gerichtete Spitze sich

zwischen die seitlichen Zungenwülste schiebt, die ihrerseits auch an Ausdehnung zunehmen.

5. Allmählich schwindet die die seitlichen Zungenwülste trennende mediale Furche; die Wülste selber fangen an, in oraler Richtung zuzunehmen. Zugleich treten die seitlichen Randfurchen der Zunge auf, die gegen die ersten Schlundtaschen verlaufen und an den hinteren Ausläufern der seitlichen Zungenwülste endigen; an diese legen sich aboral, nur durch eine seichte Furche getrennt, die lateralen Zipfel des sich immer weiter ausdehnenden Tuberculum impar an.

6. In den die aborale Grenze des Tuberculum impar bildenden Spalt entwickelt sich die nur in der Einzahl vorhandene Papilla vallata. Alles, was an der ausgebildeten Zunge oral von dieser Papille liegt, gehört also zum Bereiche der ersten Schlundbogen.

7. Der vor dem Larynxeingang liegende mediale Wulst sinkt allmählich wieder zurück, ohne jedoch völlig wieder zu verschwinden. Zu jeder Seite von ihm treten je zwei Furchen auf, durch die die Epiglottis begrenzt wird. Der Wulst stellt also das Material dar, aus dem sich die Epiglottis bildet. Durch das Auftreten dieser neuen Begrenzungsfurchen ist ein neuer Anhaltspunkt für die Bestimmung der Teile gegeben, die zur Bildung der eigentlichen Zunge verwandt werden. Das erste Paar dieser neuen Furchen liegt nämlich aboral von dem hinteren Rand der zweiten Bogen, woraus sich ergibt, dass diese noch zur Bildung des Zungengrundes herangezogen werden. Das zweite Paar liegt noch eine kleine Strecke weiter zum Kehlkopfeingang hin und das zwischen ihnen und dem ersten Paar liegende Gebiet gehört zum geringen Teile den dritten Bogen an; also werden auch diese, wenn auch nur zum Teil, zur Bildung des Zungengrundes verwandt.

8. Es bildet sich die vordere Grenzfurche aus, wodurch die Zunge vom Unterkiefer abgehoben wird. Die seitlichen

Grenzfurchen durchbrechen die orale Begrenzung der ersten Schlundtaschen, die aus den hinteren Zipfeln der seitlichen Zungenwülste und den lateralen Ausläufern des Tuberculum impar besteht.

9. An der Stelle dieses Durchbruches legen sich die Papillae foliatae an, und zwar ganz weit nach hinten, nicht sehr entfernt von der Stelle, wo die Zungenschleimhaut nach rückwärts in die Wangenschleimhaut übergeht. Das Gebiet gehört dem Tuberculum impar an. Die Papilla vallata sowohl wie die Papilla foliata gehen also aus dem Tuberculum impar hervor.

10. Der Epiglottiswulst schwindet schliesslich in seinem oralen Teil ganz und gar, indem er in den Zungengrund versinkt; ein Frenulum wird nicht gebildet.

11. Der Zungengrund, der von der Papilla vallata an zu rechnen ist, sinkt stark in die Tiefe, wodurch eine genaue Trennung vom Zungenkörper ermöglicht ist. Des weiteren unterscheidet er sich auch noch dadurch vom Körper, dass er bis auf die etwas aus der Umgebung hervorragenden Drüsenmündungen, die jetzt erscheinen, völlig frei bleibt von Papillenbildungen.

12. Von Papillen treten zuerst die Papillae fungiformes auf, und zwar, wie eben gesagt wurde, nur auf der Oberfläche des Zungenkörpers. Nach ihnen erscheinen, auch nur auf den Zungenkörper beschränkt, die Papillae filiformes, und zwar zuerst in einem Halbkreis oberhalb der Papilla vallata, nach und nach dann auch auf der übrigen Oberfläche.

13. Die weitere Ausbildung der Zunge besteht nun im wesentlichen in einem Vorwachsen der Zungenspitze, wobei sich zugleich die Grenzfurchen vertiefen, so dass die Zunge allmählich ihre Anheftungsstelle am Mundboden überragt.

14. Wesentliche Veränderungen gehen noch nach der Geburt vor sich. Das Längenwachstum ist auch jetzt noch im

Verhältnis zum Breitenwachstum grösser. Im letzten Drittel der Zunge, wo bei der neugeborenen Maus der Zungenkörper in einem Halbkreis zum Zungengrund abfiel, tritt ein nach vorne und hinten halbkreisförmig begrenzter, die ganze Zungenbreite einnehmender Buckel auf, an dessen aboralen Abfall die Papilla vallata liegt. Die bei den früheren Stadien im mittleren Drittel liegende flache mediale Erhebung schwindet. An ihre Stelle tritt eine mediale Furche, die die parallel nebeneinander laufenden und nicht ganz bis zur Spitze reichenden langgestreckten Wülste voneinander trennt. Bei der neugeborenen Maus war dieses Gebiet mehr eingesunken und nach den Seiten abfallend, während die Wülste schon an der Spitze ihren Anfang nahmen.

15. Was die Bekleidung der erwachsenen Zunge mit Papillen anbetrifft, so findet man im Gebiet des Zungengrundes keine. Das letzte Drittel, der eben genannte Buckel, ist nur besetzt mit sehr grossen und groben Papillae filiformes; die ersten beiden Drittel haben feine fadenförmige Papillen, zwischen denen verstreut Papillae fungiformes liegen. Letztere finden sich auch noch rechts und links am vorderen Rande des Buckels in Zwei- resp. Dreizahl nebeneinander liegend. Über die Papilla vallata und Papilla foliata wurde schon berichtet.

Innere Struktur der Zunge.

Beim Stadium VI, bei dem man zuerst von einer sich aus dem Mundboden erhebenden Zunge sprechen kann, ist dies Organ noch vollkommen gleichmässig mit embryonalem Bindegewebe erfüllt. Sehr bald ändert sich jedoch dies Bild, indem in der Medianebene eine Lockerung der Zellen auftritt, wodurch dieser Teil ein helleres Aussehen annimmt. Eine scharfe Abgrenzung dieses Vorganges nach den Seiten zu ist jedoch nicht möglich. Schon beim Stadium VIII ist die Differenzierung eine

sehr weitgehende. Man bemerkt in der Mittellinie ein mit der Basis auf dem Mundboden stehendes sehr spitzwinkliges Dreieck, das aus locker gelagerten Zellen besteht. Nach der Spitze zu verdichten sich die Zellen sehr stark, so dass sich diese Partie im Gegensatz zu dem eben beschriebenen Dreieck dunkel von der Umgebung, jedoch nicht scharf begrenzt, abhebt. Diese dicht gelagerten Zellen breiten sich auch etwas nach den seitlichen Partien aus und lassen sich nach rückwärts bis zum Zungenbein verfolgen. Wir haben hier die Anlage des Septum linguae vor uns, das sich auch in diesem Falle, ebenso wie Kallius beim Schwein nachgewiesen, eher entwickelt, als sich Muskelfasern im Zungenkörper nachweisen lassen.

Erwähnt sei noch, dass sich in dem Septum eine Gefässverzweigung findet.

In den nun folgenden Stadien fangen die Muskelfasern an, zu erscheinen und zum Teil ihren Ansatz am Septum zu nehmen. Dieses selber besteht im Bereich des Teiles der Zunge, der am Mundboden angeheftet ist, aus zwei Teilen: einem lockeren und deutlich erkennbaren unteren und einem aus dicht gefügten Zellen bestehenden oberen Teil. Sobald die Zunge frei beweglich wird, schwindet der untere Teil und es bleibt nur noch der dichter gefügte obere bestehen, wobei er sich zugleich an seiner Basis verbreitert. Diese Verhältnisse ändern sich nur noch wenig. An der Zunge der neugeborenen Maus findet man in der Zungenspitze einen Strang lockeren Bindegewebes verlaufen; oberhalb und unterhalb desselben setzen die Muskeln an. Dieser Strang findet schon eher sein Ende, als die Befestigung der Zunge am Mundboden durch das Frenulum linguae beginnt. Im hinteren Teil der Zunge dringt dann von unten der schon oben erwähnte zweite Teil des Septums in sie ein. Eine Lyssa linguae, wie sie Kallius beim Schwein beschrieben, liess sich nicht nachweisen, es sei denn, dass der lockere bindegewebige Strang in der Zungenspitze der neu-

geborenen Maus, der deutlich Hohlräume enthält, als solche aufgefasst wird. Eine konzentrische Anordnung der Zellen besteht jedoch nicht, auch wurden in den Hohlräumen keine Blutkörperchen gefunden; der Gefässverzweigung im Septum wurde schon bei früheren Stadien Erwähnung getan.

Entwickelung des Skelettes.

Es soll in diesem Abschnitt nur die Entwickelung derjenigen Skeletteile abgehandelt werden, die in näherer Beziehung zur Entwickelung der Zunge stehen. Nicht berück-

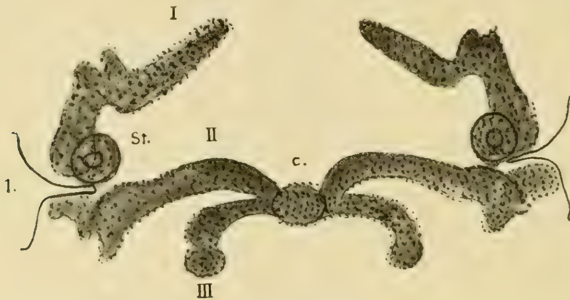


Fig. 17.

Zeichnerische Rekonstruktion des Knorpelskelettes des Mundbodens der Maus Stadium VI. Vergr. 35 fach. I. Meckelscher Knorpel. II. Reichertscher Knorpel. III. Dritter Bogenknorpel. C. Kopula. St. Steigbügel. 1. erste Schlundtasche.

sichtigt werden die Kehlkopfknorpel und die Verknöcherung des Unterkiefers. Die Entwickelung der Gehörknöchelchen wird nur ganz im allgemeinen berührt werden. Die Figuren wurden durch zeichnerische Rekonstruktion nach Flachschnitten hergestellt.

Es ist erst bei Stadium VI (Figur 17) möglich, sich ein genaueres Bild von der Lage und Gestalt der noch aus Vorknorpel bestehenden Bildungen zu machen, obwohl es auch hier immer noch einige Schwierigkeiten verursacht. Die Lage

der Knorpel stimmt mit der Lage der zugehörigen Schlundbogen überein. Im ersten Bogen liegt der Meckelsche Knorpel; sein distales Ende verliert sich in undifferenziertem Blastem. Einigermassen deutlich ist er nur in seinem mittleren Teil, während das proximale Ende wieder sehr schwer in seinen Umrissen zu erkennen ist und sich in ein nach hinten erstreckendes diffuses Blastem fortsetzt, das bis zur ersten Schlundtasche reicht und nicht in das Gebiet des zweiten Bogens übergreift.

Die in den zweiten Bogen enthaltene Knorpelanlage, der Reichertsche Knorpel, ist auch nur in ihrem mittleren Teile gut abgrenzbar. Das laterale Ende besitzt zwei Fortsätze, von denen der nach aussen gelegene sich nach vorne bis zur ersten Schlundtasche erstreckt, jedoch nicht zur Vereinigung mit dem gleichfalls bis hierher reichenden Fortsatz des Meckelschen Knorpels kommt. Der zweite sich in gleicher Richtung erstreckende Fortsatz ist die Steigbügelanlage; er ist in seinen Umrissen bei weitem schärfer ausgebildet und wird von der Arteria stapedialis durchbohrt. Medianwärts kommt es zur Vereinigung mit der Knorpelanlage des dritten Bogens, die nur kurz und in ihrem oberen Ende S-förmig gebogen ist; in der Medianlinie hängen die Knorpelanlagen durch eine Kopula zusammen.

Beim Stadium VIII (Figur 18) ist die Differenzierung der Knorpelgrundsubstanz schon soweit vorgeschritten, dass für die zeichnerische Rekonstruktion keine besonderen Schwierigkeiten mehr bestehen.

Das distale Ende des Meckelschen Knorpels ist noch immer nicht ganz scharf abgegrenzt. Proximal geht er dann in das schon beim vorigen Stadium erwähnte Blastem über, dessen Umrisse jedoch noch ziemlich unscharf sind. An dem distal gelegenen Ende dieses Blastems erkennt man einen kranial gerichteten Fortsatz, während proximal eine kleine

gegen die obere Fortsetzung der ersten inneren Schlundtasche gerichtete Vortreibung zu bemerken ist, die als erste Andeutung des Hammers aufzufassen ist. Im Gebiete des zweiten Schlundbogens sind die Veränderungen weit grösser. Das ventrale Ende der Knorpelanlage hat sich stark verdickt und zum kleinen Zungenbeinhorn umgebildet; die seitliche Fortsetzung hat an der in der Figur schraffierten Stelle eine Verbindung mit dem Fortsatz des Meckelschen Knorpels aufzuweisen; sie erreicht an dieser Stelle jedoch noch nicht ihr

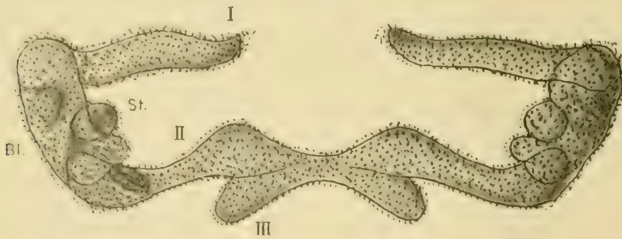


Fig. 18.

Zeichnerische Rekonstruktion des Knorpelskelettes des Mundbodens der Maus Stadium VIII. Vergr. 39 fach. I. Meckelscher Knorpel mit daranhängendem Blastem (Bl.) des Hammers und Ambos. II. Reichertscher Knorpel, der sich proximal zum kleinen Horn des Zungenbeins gestaltet. III. Dritter Bogenknorpel = grosses Horn des Zungenbeins. St. Steigbügel.

Ende, sondern erhebt sich weiter dorsal bis zur Höhe der Steigbügelanlage, mit der sie durch etwas dichter gelagertes Gewebe verbunden ist.

Die dritten Bogenknorpel sind stark reduziert und zu den grossen Zungenbeinhörnern geworden; in der Medianebene sind sie völlig mit den kleinen Hörnern vereinigt, so dass die Anlage des Zungenbeins jetzt vollendet ist, wobei zu bemerken ist, dass die kleinen Zungenbeinhörner die grossen um ein Beträchtliches an Grösse übertreffen.

Zwischen Stadium VIII und X war es notwendig, einige weitere Entwickelungsstadien einzuschieben, da die Verhält-

nisse nun einem schnellen Wechsel unterworfen sind. Beim ersten eingeschobenen Stadium (VIIIa) (Figur 19) ist vom Meckelschen Knorpel, abgesehen von seiner dem Wachstum des Embryo entsprechenden Vergrösserung und der schärferen Abgrenzung seiner Substanz von der Umgebung, die namentlich bei seinem proximalen Teil besonders deutlich ist, nichts Nennenswertes zu berichten. Das zwischen den lateralen Enden des Meckelschen und Reichertschen Knorpels liegende

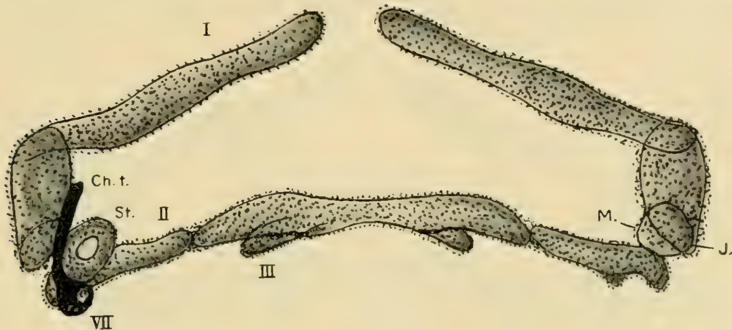


Fig. 19.

Zeichnerische Rekonstruktion des Mundbodenskelettes der Maus. Stadium VIIIa. Vergr. 45fach. I. Meckelscher Knorpel. II. Reichertscher Knorpel, der sich schon in zwei Teile zu trennen beginnt: proximal wird er kleines Horn des Zungenbeins; distal Processus styloideus; an diesen legt sich der N. facialis (VII.) an, aus dem die Chorda tympani (Ch. t.) sich abzweigt, die die Grenze zwischen Blastem des Hammers (M.) und des Ambos (J.) bezeichnet. St. Steigbügel; rechts ist derselbe weggelassen. III. grosses Horn des Zungenbeins.

Blastem ist noch immer sehr undeutlich abgegrenzt, jedoch lässt sich jetzt noch ein zweiter kranial gerichteter Fortsatz erkennen, der als Anlage des Ambos gelten muss. Die Grenze zwischen dem Blastem des Hammers und dem des Ambos wird durch die zwischen beiden durchziehende Chorda tympani gegeben. Die Steigbügelanlage, von der Arteria stapedialis durchzogen, ist ganz deutlich abgrenzbar; sie hängt an einer Stelle durch dichteres Gewebe mit dem sich jetzt an den Nervus facialis anlegenden zweiten Bogenknorpel zusammen, aus dem

später der Processus styloideus wird. Das kleine Zungenbeinhorn hat nun seine Verbindung mit dem zweiten Bogenvorknorpel fast vollkommen gelöst, so dass sich nur noch die Enden beider berühren. Das grosse Horn ist an Ausdehnung noch weiter zurückgegangen, so dass das Missverhältnis, das zwischen den Grössen beider eine Zeitlang besteht, jetzt besonders deutlich in die Augen fällt.

In einem folgenden Stadium (VIII b) (Figur 20) ist ausser ganz geringfügigen Lageverschiebungen, die sich in-

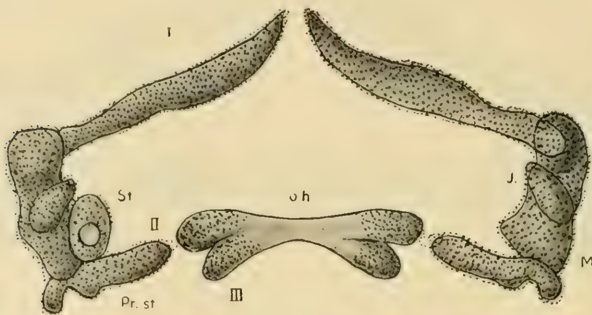


Fig. 20.

Zeichnerische Rekonstruktion des Mundbodenskelettes der Maus. Stadium VIII b. Vergr. 40fach. I. Meckelscher Knorpel, an dem proximal das Blastem des Hammers (M.) und des Ambos (J.) hängt. II. Processus styloideus (Pr. st.) und kleines Zungenbeinhorn, die aus dem Reichertschen Knorpel hervorgegangen sind. St. Steigbügel. O. h. Zungenbein. III. grosses Zungenbeinhorn. Rechts ist der Steigbügel fortgelassen.

zwischen vollzogen haben, die Trennung von Zungenbein und zweitem Schlundbogenknorpel vollständig geworden; gleichzeitig ist das kleine Zungenbeinhorn bedeutend in seiner Grösse zurückgegangen und übertrifft nur um ein Geringes darin das grosse Horn.

Ein wesentlich verändertes Bild zeigt das folgende Stadium (VIII c) (Figur 21). Im Meckelschen Knorpel ist nun die Knorpelgrundsubstanz aufgetreten; ausserdem ist es am distalen Ende zur Vereinigung mit dem entsprechenden

Knorpel der anderen Seite gekommen; diese Vereinigungsstelle bildet einen stumpfen Winkel und zeigt noch keine Knorpelsubstanz, ebenso wie das proximale Ende. In diesem Gebiet ist die Differenzierung nun bedeutend vorgeschritten, so dass die Lage der verschiedenen Bildungen zueinander vollkommen zu übersehen ist. Der erste kranial gerichtete Höcker hat sich stark vergrössert; an ihn schliesst sich proximal der Ambos-

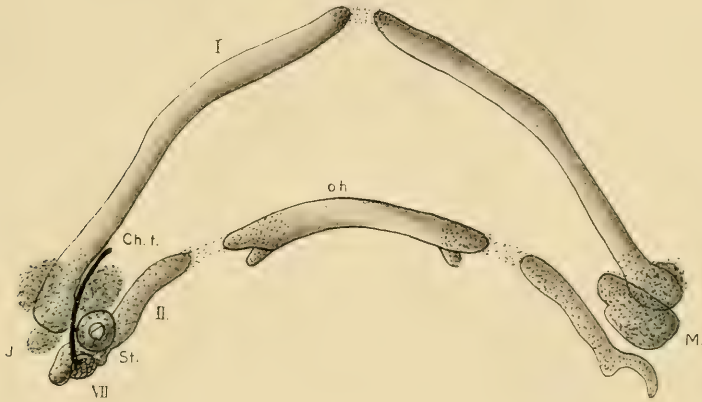


Fig. 21.

Zeichnerische Rekonstruktion des Mundbodenskelettes der Maus. Stadium VIII c. Vergr. 40fach. I. Meckelscher Knorpel, an dessen proximalem Ende sich nun die Gehörknöchelchen: Hammer (M.) und Ambos (J.) schärfer differenzieren. Zwischen beiden verläuft die Chorda tympani (Ch. t), die sich vom N. facialis (VII.) abzweigt. Pr. st. Processus styloideus. St. Steigbügel. O. h. Zungenbein. Rechts sind Ambos und Steigbügel fortgelassen.

höcker an, der jedoch an Höhe dem ersten bei weitem nicht gleichkommt. An dieser Ambosanlage kann man schon den medial gerichteten langen Fortsatz, unter dem die Chorda tympani verläuft, und den kranial gerichteten Fortsatz erkennen. Selbständig ist sie noch nicht geworden; sie hängt vielmehr nach unten mit dem medial gerichteten Hammerfortsatz des Meckelschen Knorpels zusammen. An letzterem ist deutlich der längere Stiel und der kürzere Processus

accessorius zu erkennen. In gleicher Höhe wie die Ambosanlage findet sich der Steigbügel, der noch immer nicht völlig seinen Zusammenhang mit dem Reichertschen Knorpel verloren hat. In diesem ist im centralen Gebiet nun auch schon der Anfang der Umwandlung des Vorknorpels in Knorpel zu erkennen. Der direkte Zusammenhang mit dem kleinen Zungen-

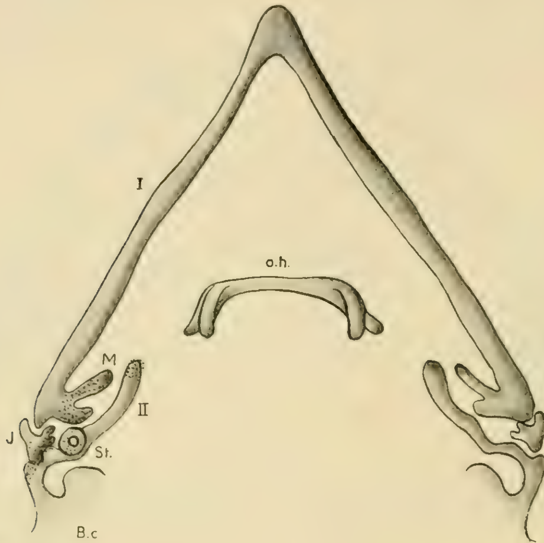


Fig. 22.

Zeichnerische Rekonstruktion des Mundbodenskelettes der Maus. Stadium X. Vergr. 22fach. I. Meckelscher Knorpel mit daranhängendem Hammer (M.). II. Processus styloideus, der nun schon in Verbindung mit der Schädelbasis (B. c.) steht. J. Ambos. St. Steigbügel. O. h. Zungenbein. Rechts ist der Steigbügel fortgelassen.

beinhorn ist vollkommen gelöst und nur ein feiner bindegewebiger Strang deutet noch auf den früheren Zustand hin. Im Körper des Zungenbeins ist jetzt gleichfalls das Auftreten von Knorpelgrundsubstanz zu erkennen.

Das nun folgende Stadium X (Fig. 22) zeigt eine ganz erhebliche Weiterentwickelung. Die distale Vereinigungs-

stelle der Meckelschen Knorpel ist in Knorpelgrundsubstanz übergegangen; die Knorpelspangen selbst sind beträchtlich in die Länge gewachsen und bilden einen spitzen Winkel mit-

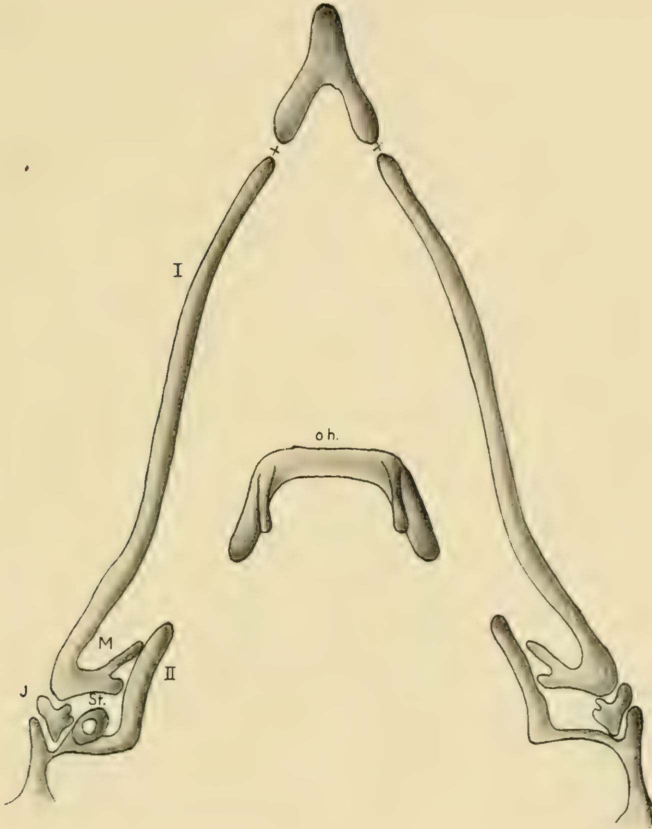


Fig. 23.
Zeichnerische Rekonstruktion des Mundbodenskelettes der Maus. Stadium XII. Vergr. 16fach. I. Meckelscher Knorpel. II. Processus styloideus. M. Hammer. J. Ambos. St. Steigbügel (rechts fortgelassen). O. h. Zungenbein. × Stelle der beginnenden Knorpelresorption.

einander; ihr proximales Ende geht ohne Unterbrechung in den Hammer über, dessen Stiel und Processus accessorius sich jetzt scharf gegen die Umgebung abgrenzen; sie sind jedoch

noch nicht völlig in Knorpelsubstanz übergegangen. Der erste kranial gerichtete Höcker ist sehr schlank geworden; er wird medial und lateral von den beiden Fortsätzen des Ambos um-

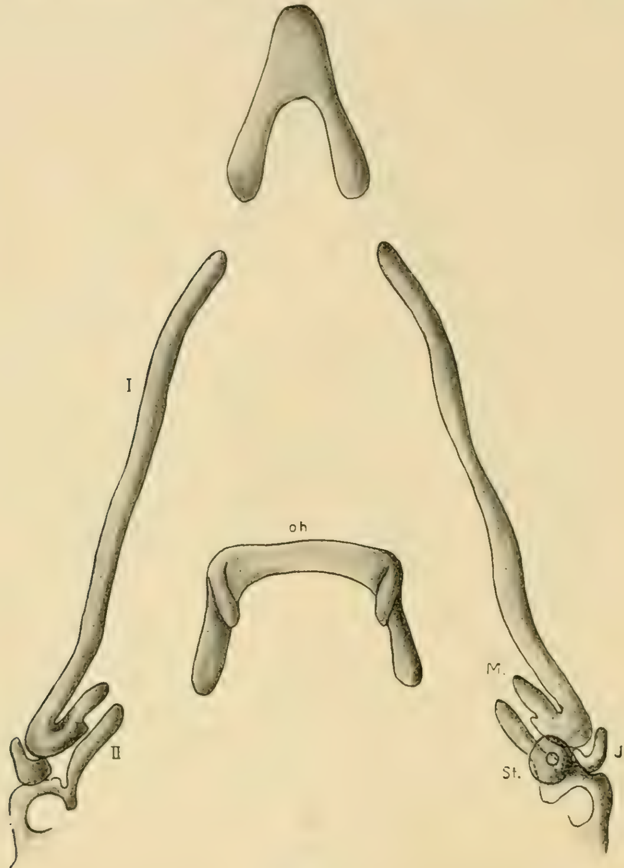


Fig. 24.
Zeichnerische Rekonstruktion des Mundbodenskelettes der neugeborenen Maus. Stadium XIII. Vergr. 20fach. I. Meckelscher Knorpel. II. Processus styloideus. M. Hammer. J. Ambos. St. Steigbügel (links fortgelassen). O. h. Zungenbein.

fasst. Einen weiteren kleineren Fortsatz entsendet der Ambos zum Steigbügel, während er nach hinten sich in eine Höhlung der Basis cranii legt. Der Zwischenraum zwischen Meckelschem Knorpel und Ambos ist mit Bindegewebe ausgefüllt, in

dem sich schon die Gelenkhöhle auszubilden beginnt; auch in der bindegewebigen Brücke zum Steigbügel zeigt ein Lichterwerden des Gewebes die Bildung des Gelenkes an.

Bei dem nun folgenden Stadium XII (Figur 23) beginnt die Resorption des Meckelschen Knorpels nahe der Vereinigungsstelle der distalen Enden. Diese Stelle selbst ist schnabelförmig nach vorne gewachsen und zeigt auch einen nach unten weisenden Fortsatz, der auf der Zeichnung nicht zu sehen ist.

Stadium XIII (Figur 24) entstammt einer neugeborenen Maus; es unterscheidet sich nicht wesentlich von dem vorigen Stadium. Die Hörner des Zungenbeins, besonders die grossen, haben eine Biegung nach der Medianebene durchgemacht und die Form des Zungenbeins gleicht nun fast vollkommen der der erwachsenen Maus; Verknöcherung ist noch nicht eingetreten. Auffallend ist, dass der Hammer noch immer in Verbindung mit dem proximalen Ende des Meckelschen Knorpels ist; dieser Zustand bleibt auch noch eine kleine Zeit nach der Geburt bestehen; der genaue Zeitpunkt der Lösung liess sich an den mir zur Verfügung stehenden Präparaten nicht feststellen; es muss jedoch gleich in den ersten Tagen geschehen. Eine Untersuchung hierüber liegt jedoch nicht im Rahmen dieser Arbeit.

Zusammenfassung.

1. Das früheste zur Beobachtung kommende Stadium hat drei Bogenknorpel. Die proximalen Enden der ersten und zweiten (Meckelschen und Reichertschen) Knorpel sind durch die erste Schlundtasche getrennt. Von den Gehörknöchelchen ist nur die Anlage des Steigbügels zu erkennen. Die distalen Enden des Meckelschen Knorpels sind noch durch einen breiten Raum voneinander getrennt, ein Zustand,

der ziemlich lange bestehen bleibt, denn erst beim Stadium X finden wir eine Vereinigung. Die zweiten und dritten Bogenpaare vereinigen sich in der Mittellinie in einem diffusen nicht deutlich abgrenzbaren Blastem, das als Kopula aufzufassen ist.

2. Allmählich werden die Grenzen des Skelettes immer deutlicher, wenngleich die proximalen Enden der ersten und zweiten Knorpel bei der Umrissbestimmung noch immer Schwierigkeiten machen. Mit einiger Mühe lassen sich beim Meckelschen Knorpel zwei Fortsätze, ein kranial und ein oral gerichteter, erkennen, von denen der letztere zum Hammer wird. An einer Stelle kommt es auch zur Vereinigung des proximalen Blastems beider Knorpel. Die Vereinigung des Reichertschen Knorpels mit dem dritten Bogenknorpel in der Mittellinie ist vollkommen geworden und die Bildung des Zungenbeins wird deutlich; das kleine Horn ist jedoch noch bedeutend grösser als das grosse und setzt sich noch kontinuierlich in den Bogenknorpel fort.

3. Dieser Zustand nimmt bald ein Ende, indem sich das kleine Horn allmählich abschnürt und an Grösse immer weiter zurückgeht. Das proximale Ende des Meckelschen Knorpels hat einen zweiten kranial gerichteten Fortsatz hervorgebracht, der später zum Ambos wird; zwischen Hammer und Ambos verläuft die Chorda tympani. Das entsprechende Ende des Reichertschen Knorpels legt sich an den Nervus facialis an und lässt dadurch seine spätere Bestimmung als Processus styloideus erkennen.

4. Während bis jetzt das ganze Skelett aus Vorknorpel bestanden hatte, tritt nun im Meckelschen Knorpel und medial im Zungenbein Knorpelgrundsubstanz auf; der Ambos, der noch nicht selbständig geworden ist, hat seine zwei Fortsätze gebildet, ebenso der Hammer. Wie diese beiden noch mit dem proximalen Ende des Meckelschen Knorpels zusammenhängen, so besteht auch noch immer eine wenn auch lange nicht so innige Verbindung des Steigbügels mit dem Reichertschen Knorpel.

5. Auch im Reichertschen Knorpel tritt Knorpelgrundsubstanz auf, während das Zungenbein selbständig wird. Die distalen Enden des Meckelschen Knorpels kommen zur Vereinigung und bilden vorerst noch einen stumpfen Winkel miteinander.

6. Die distalen Enden des Meckelschen Knorpels wachsen stark nach vorne und der durch sie gebildete Winkel wird dadurch immer kleiner. Von den Gehörknöchelchen ist zu berichten, dass der Hammer noch immer mit dem Meckelschen Knorpel verbunden ist und der Ambos schon seine endgültige Form angenommen hat. In dem diese Gebilde verbindenden Bindegewebe treten nun die Gelenkhöhlen auf.

7. Die Verbindungsstelle des Meckelschen Knorpels wächst schnabelförmig nach vorne und entsendet nach unten einen in der Zeichnung nicht sichtbaren Fortsatz; zugleich beginnt in der Nähe dieser Verbindungsstelle die Resorption dieses Knorpels. Das Zungenbein nähert sich immer mehr seiner endgültigen Gestalt.

8. Der Hammer hängt auch noch nach der Geburt eine kleine Zeit mit dem Meckelschen Knorpel zusammen.

9. Das embryonale Skelett des Unterkiefers bildet der erste (Meckelsche) Bogenknorpel. In das Gebiet dieses Knorpels resp. seines Bogens fallen auch die Anlagen des Hammers und Ambos, in das des zweiten Bogenknorpels jedoch die des Steigbügels. Dieser zweite (Reichertsche) Bogenknorpel wird distal zum kleinen Zungenbeinhorn; proximal heftet er sich an die Schädelbasis und wird zum Processus styloideus. Der dritte Bogenknorpel wird zum grossen Zungenbeinhorn.

Schlussbemerkungen.

Die Entwickelung der Form der Zunge der Maus schliesst sich im ganzen natürlich dem an, was bisher über die Säuge-

tierzunge bekannt geworden ist. In einem, allerdings bedeutsamen Punkte weicht die Maus aber erheblich von dem bisher beobachteten Typus ab. Während der ersten Stadien der Entwickelung tritt nämlich in auffälliger Weise eine tiefe Furche auf, die das Gebiet des ersten Schlundbogens von dem dahinter liegenden Gebiet abtrennt, indem die Ausbildung der Kopula mit den angrenzenden Bogenabschnitten besonders deutlich zu erkennen ist. Dadurch wird dann auch der Ort und die Erscheinungsart des Tuberculum impar ganz besonders klar und verständlich. In diesem Entwickelungsgang wird die Anlage und Ausbildung der ganzen Zunge sehr übersichtlich und man kann wohl sagen, dass, wenn die Entwickelung der Zunge bei der Maus zuerst studiert wäre, dass dann mancherlei Kontroverse und viele Schwierigkeiten vermieden wären.

Ich sehe in diesem Verhalten etwas Primitives, wenn man das so ausdrücken kann, denn die „primitive Zunge“ — das Kopulagebiet mit den anstossenden Kiemenbogen — ist hier eine Zeitlang so wohl abgetrennt und angelegt, wie es sonst nicht leicht wieder zu finden ist, wenigstens bei den höheren Tieren.

Auf die Vergleichung des Skelettes der untersuchten Gegend will ich nicht weiter eingehen, weil da die Erörterung der Reichertschen Theorie nicht zu vermeiden wäre, die in Hinsicht auf ihre entwickelungsgeschichtlichen Stützen von anderer Seite im hiesigen Institut untersucht wird.

Eingehender kann eine Vergleichung der Entwickelung der Säugetierzunge erst gegeben werden, wenn weitere Spezies und vor allem der Mensch untersucht sind.

Herrn Professor Kallius möchte ich für die Überlassung des Materials sowie für das Interesse, das er stets meiner Arbeit entgegengebracht hat, auch an dieser Stelle meinen Dank aussprechen.

Aus dem II. anatomischen Institute der Wiener Universität.

ZUR ENTWICKELUNGSGESCHICHTE DES DUCTUS ENDOLYMPHATICUS BEIM MENSCHEN.

VON

DR. D. PEROVIĆ UND STUD. MED. O. AUST.

Mit 5 Abbildungen im Text und 3 Figuren auf Tafel 44.

Die Entwickelung des Ductus endolymphaticus bei verschiedenen Klassen der Wirbeltiere ist in neuerer Zeit wiederholt Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Dass die Autoren trotzdem in der Frage ob der Ductus endolymphaticus mit dem gleichnamigen Gang der Selachier homolog ist, zu diametral entgegengesetzten Ansichten gelangen, ist jedoch ein Zeichen dafür, dass die Frage noch nicht als endgültig gelöst zu betrachten ist.

Bei der Untersuchung der Entwickelungsvorgänge am Labyrinth des Menschen fanden wir nun in der uns zu diesem Zwecke zur Verfügung gestellten Seriensammlung von Professor Hochstetter ein Stadium (Embryo humanus Ha_4) (grösste Länge 4,84 mm), in dem das Verhältnis der Abschnürungsstelle des Labyrinthbläschens vom übrigen Ectoderm zur Anlage des Ductus resp. Saccus endolymphaticus besonders klar zutage tritt. Wir haben uns deshalb und mit Rücksicht auf die Bedeutung der Frage nach der Homologie des Ductus endolymphaticus entschlossen, das, was wir bei dem Embryo Ha_4 und einigen nur um weniges älteren menschlichen Embryonen aus der Sammlung unseres Lehrers Professor F. Hochstetter gefunden haben, jetzt schon zu veröffentlichen, weil es leicht möglich ist, dass bis zur Veröffentlichung aller unserer Resultate über die Entwickelung des häutigen Labyrinthes des Menschen noch geraume Zeit vergehen wird.

Bevor wir aber zur Beschreibung unserer Befunde übergehen, wollen wir eine kurze Übersicht des bisher über den

Gegenstand, soweit menschliche Embryonen in Betracht kommen, bekannt Gewordenen geben.

Streeter (4), der die Entwickelung des Labyrinthes beim Menschen zuerst genauer untersuchte, hatte kein geeignetes Stadium, um über die Abschnürungsstelle Aufschluss zu geben. „It is at this point, just after the ear vesicle has been pinched off from the ectoderm, that my own observations begin.“ Und weiter unten: „No epidermal stalk could be detected connecting the vesicle with the surface, or persisting beneath the surface epithelium as observed in the rabbit by Krause, 03, p. 88. Evidently in the human embryo such a stalk must be either very temporari or else never present, as here we have to do with a vesicle whose closure and detachment from the surface must be regarded as only just completed.“ Er konnte also keinen epidermalen Strang finden, der das Hörbläschen mit der Epidermis verband, und vermutet daher, dass ein solcher entweder eine sehr vorübergehende Bildung, oder überhaupt nie vorhanden sei. Hinsichtlich des Verhältnisses des Ductus endolymphaticus zur Abschnürungsstelle gibt er an, dass es mehr dem bei Amphibien, als dem beim Hühnchen beobachteten Typus entspricht. „In the human embryo the endolymphatic appendage approaches in its development more nearly the type seen in amphibia than that in the chic. It is not developed until the epidermal stalk, if there ever is any such in man, has disappeared. Its anlage is formed by that portion of the vesicle wall just dorsal to the seam of closure forming a rounded point on the dorsal edge of the vesicle, thus its tip cannot coincide with the point of detachment.“

In der Normentafel zur Entwickelungsgeschichte des Menschen von Keibel und Elze finden sich mehrere Angaben, die die Abschnürungsstelle des Bläschens vom übrigen Ectoderm betreffen. Fig. 11 b (13. Menschl. Embryo Tellyes-

nicky, p. 33) zeigt den Ductus endolymphaticus in erster Anlage. Die Verbindung mit dem Ectoderm liegt scheinbar unter dem Ductus endolymphaticus. Ferner Nr. 14, p. 34 und 35, und Nr. 16, p. 37 und 38.

Im Handbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen von Keibel und Mall sagt Keibel folgendes: „Sehr bald nach der Ablösung, zuweilen schon während der Zusammenhang mit dem Ectoderm noch erhalten ist (Nt 13), entsteht der Recessus labyrinthi, aus dem später der Ductus und Saccus endolymphaticus hervorgehen. So entsteht also auch beim Menschen wie bei anderen Säugern und bei Vögeln der Recessus labyrinthi im unmittelbaren Anschluss an die Abschnürungsstelle des Hörbläschens; ist also sicher dem Ductus endolymphaticus der Selachier gleichzusetzen.“

Im folgenden kann nun die Ansicht von Keibel nicht nur bekräftigt, sondern zugleich auch gezeigt werden, dass die Abschnürungsstelle des Labyrinthbläschens von der Epidermis streng im Gebiete der Anlage des Ductus resp. Saccus endolymphaticus gelegen ist.

Es wurden von dem Gehörbläschen der rechten und der linken Seite vom Embryo Ha_4 Modelle nach der Plattenmodelliermethode von Born bei 200 facher Vergrösserung hergestellt, wobei, um die Beziehungen zur Epidermis darzustellen, auch die entsprechende Partie der Epidermis mitgezeichnet und modelliert wurde. Modelle von älteren Stadien, die zwecks Identifizierung gewisser Bildungen notwendig waren, hatten wir bereits vorher für eine umfassendere Arbeit über die Entwickelung des menschlichen Labyrinthes hergestellt.

Die Labyrinthanlage des Embryo Ha_4 ist ein ovales Bläschen mit einem längsten dorso-ventralen Durchmesser von 0,46 mm, während der medio-laterale an der breitesten Stelle 0,31 mm und der cranio-caudale 0,29 mm beträgt. Das Bläschen ist, wie dies Taf.-Fig. 1 und 2 zeigt, etwa in der Mitte

am breitesten und verjüngt sich von hier sowohl nach oben als nach unten. Seine mediale und vordere Begrenzungsfläche ist eine Spur konkav, indem sich das Bläschen eng an das Rautenhirn anschmiegt, während die hintere und die laterale

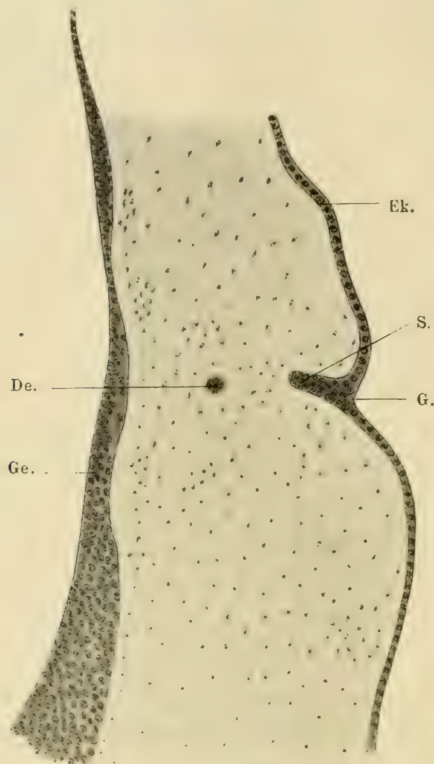


Fig. 1.
Teil des 30. Querschnittes, des Embryo humanus Ha_4. Ek. Ectoderm. S. Strang zwischen Ectoderm und Ductus endolymphaticus. G. Grübchen im Ectoderm am ectodermalen Ende des Stranges. De. Ductus endolymphaticus, angeschnitten. Ge. Gehirn. Rechte Seite. 200fache Vergrösserung.

Begrenzungsfläche eine ziemlich starke Konvexität aufweist, deren Kuppe etwa der mittleren Höhe des Bläschens (den Ductus endolymphaticus ausgenommen) entspricht und deren Krümmungsradius 0,24 mm beträgt.

Am dorsalen Pol des Hörbläschens ist der Ductus endolymphaticus als ein 70 μ hoher, 125 μ breiter Fortsatz angelegt, der nicht gerade der Mitte des dorsalen Poles aufsitzt, sondern sich auf dessen medialer und vorderer Begrenzung

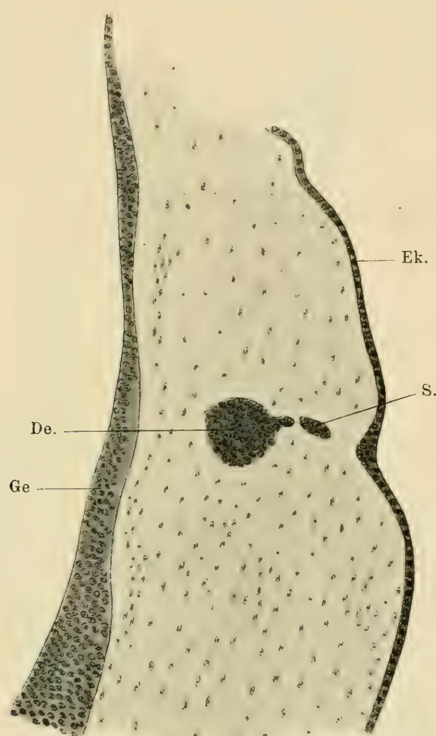


Fig. 2.

Teil des 31. Querschnittes des Embryo humanus Ha_1. Ek. Ectoderm. De. Ductus endolymphaticus, welcher eine kleine Zacke gegen den Strang S. entsendet. Zwischen der Zacke und dem Strang ist die Kontinuitätstrennung sichtbar. G. Grübchen im Ectoderm. Ge. Gehirn. Rechte Seite. 200 fache Vergrösserung.

erhebt. Medial und hinten sieht man keine deutliche Abgrenzung des Ductus gegen das übrige Bläschen, vorne und lateral ist er hingegen durch eine markante Furche (Text-Fig. 3 und Taf.-Fig. 1 und 2 F) von dem Bläschen abgesetzt. —

Am oberen Ende der lateralen Wand (links 20 μ tiefer) zeigt der Ductus einen kleinen Vorsprung, welcher die Stelle anzeigt, wo das Labyrinthbläschen zum Verschluss gekommen ist. — Das geht daraus hervor, dass sich gerade an diesen

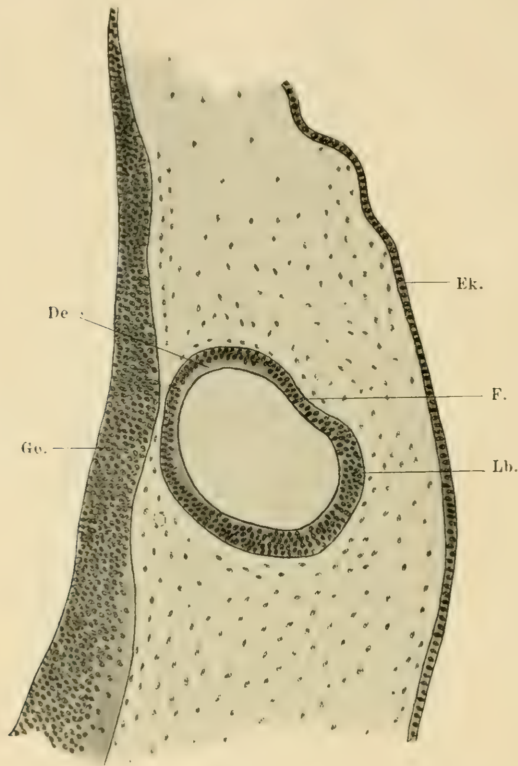


Fig. 3.
Teil des 37. Querschnittes des Embryo humanus Ha_4. Ek. Ectoderm. De. Ductus endolymphaticus. F. Furche, welche die laterale Begrenzung des Ductus endolymphaticus bildet. Ge. Gehirn. Lb. Labyrinthbläschen. Rechte Seite. 200fache Vergrösserung.

Vorsprung jener von Keibel und Elze beschriebene, epitheliale, zum Ectoderm ziehende Strang (Fig. 1 und Fig. 2 S) anschliesst, welcher die letzte Verbindung des Bläschens mit dem Ectoderm darstellt und durch dessen Durchschnürung,

die in dem vorliegenden Fall eben erfolgt ist, das Gehörbläschen sich vom Hornblatt freimacht. Dort, wo sich der Epithelstrang mit der Epidermis verbindet, ist die letztere trichterförmig eingezogen (Fig. 1 G).

Das Labyrinthbläschen des uns zur Verfügung stehenden nächstälteren Embryo Fr_1 (grösste Länge 5,98 mm) ist bedeutend, etwa um das Doppelte, grösser und zeigt bereits einen verhältnismässig langen Ductus endolymphaticus. Das Bläschen ist in dorso-ventraler Richtung stark ausgezogen und zeigt folgende Masse. In dorso-ventraler Richtung ist es, den Ductus endolymphaticus mitgerechnet, 0,81 mm lang, in medio-lateraler an der breitesten Stelle 0,32 mm, in cranio-caudaler in der Mitte des oberen Drittels 0,3 mm, in der Mitte des Bläschens 0,44 mm, in der Mitte des unteren Drittels 0,32 mm lang. Aus diesen Zahlen ersieht man, dass die ovale Form des Organes sich am deutlichsten in der Ansicht von aussen (resp. innen) zeigt. Der Ductus endolymphaticus hat eine konische Form; am oberen Ende etwas verjüngt, erweitert er sich nach unten zu trichterförmig, um mit einer breiten, zu seiner Längsachse schräg gestellten Öffnung an der medialen, oberen und zum Teil vorderen Seite des Labyrinthbläschens einzumünden. Bezüglich der Masse verhält es sich wie folgt: dorso-ventrale Länge 0,23 mm, medio-lateraler Durchmesser 0,15 mm, cranio-caudaler Durchmesser im oberen Drittel 0,12 mm, in der Mitte 0,19 mm, an seiner Einmündungsstelle 0,25 mm. Die trichterförmige Verbreiterung nach unten zu ist also am besten in der Ansicht von aussen (resp. innen) sichtbar.

Es ist besonders hervorzuheben, dass der Ductus endolymphaticus gegen das übrige Bläschen durch eine gut ausgeprägte, bogenförmig verlaufende, 320 μ lange Furche abgesetzt ist, die seine Einmündungsstelle von aussen und etwas von vorne bogenförmig umgreift. Diese Furche ist sowohl

an den Durchschnitten (Fig. 4 F), als auch an dem nach ihnen hergestellten Modell (Taf.-Fig. 3 F) deutlich zu sehen und entspricht, wie ein Vergleich der Durchschnitte (Fig. 3 F und Fig. 4 F) und der Modelle (Taf.-Fig. 1, 2 und 3 F) zeigt, der Furche F des Labyrinthbläschens vom Embryo Ha_4.

70 μ unter der Spitze zeigt der Ductus eine kleine Vorwölbung, die auch am Lumen zum Ausdruck kommt. Gegen-

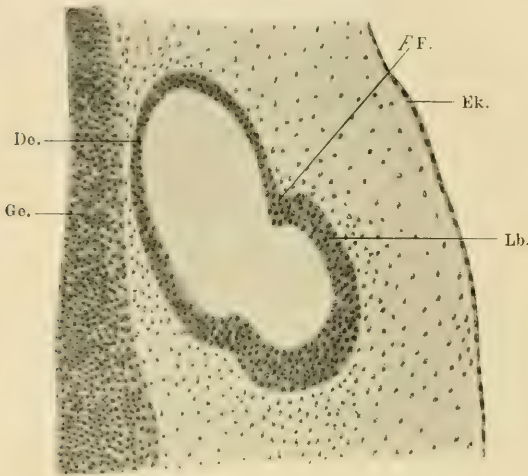


Fig. 4

Teil des 88. Querschnittes des Embryo humanus Fr_1. Bezeichnungen wie in Fig. 3. Rechte Seite. 200fache Vergrösserung.

über der Vorwölbung ist die Epidermis, wie beim Embryo Ha_4 trichterförmig eingezogen, so dass die tiefste Stelle der Einziehung mit der Vorwölbung korrespondiert. Das Grübchen ist in 9 hintereinander folgenden Schnitten getroffen, während die Epidermis in der Umgebung nach allen Seiten hin dorsal und ventral, cranial und caudal glatt und eben erscheint. Von einem epithelialen Verbindungsstrang ist nichts mehr wahrzunehmen. —

Embryo humanus Li_1 (grösste Länge 6,0 mm) zeigt ganz

analoge Verhältnisse wie das eben beschriebene Stadium. Die Furche, die den Ductus endolymphaticus vom übrigen Bläschen absetzt, ist überaus deutlich zu sehen, auch ihre Lage ist ganz dieselbe wie beim Embryo Fr_1. Gegenüber dem oberen Ende des Ductus ist auch hier wieder das Ectoderm trichter-

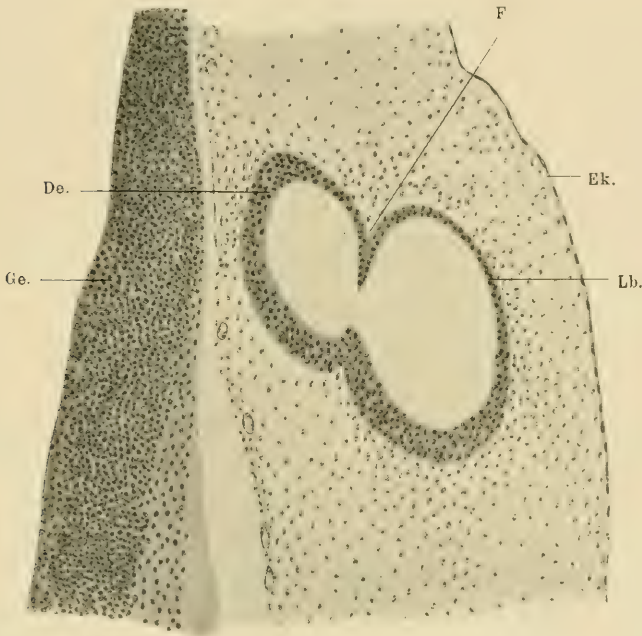


Fig. 5.

Teil des 102. Querschnittes des Embryo humanus Chr_1. Bezeichnungen wie in Fig. 3. Rechte Seite. 200fache Vergrösserung.

förmig eingezogen, und zwar rechts und links in genau der gleichen Weise. Das Grübchen ist in 11 Schnitten getroffen.

Embryo humanus Chr_1 (grösste Länge ca. 7 mm, 5,25 mm Kopflänge), dessen Gehörorgan bedeutend weiter entwickelt ist, zeigt die dem oberen Ende des Ductus endolymphaticus gegenüberliegende Einziehung der Epidermis rechts und links in derselben Form. Die Furche (Fig. 5 F) ist tiefer und länger

geworden, so dass ihr hinteres Ende auf die mediale Seite des Bläschens übergreift.

Wenn wir nun die beschriebenen Stadien in Bezug auf die Verhältnisse des Ductus endolymphaticus und die Abschnürungsstelle von der Epidermis untereinander vergleichen, so ergibt sich folgendes: Im Stadium Ha_4 ist die Abschnürung des Gehörbläschens vom Ectoderm bereits, und zwar eben erfolgt, so dass man den nur an einer Stelle unterbrochenen Verbindungsstrang noch deutlich sieht. Beide Enden des Verbindungsstranges sind besonders gekennzeichnet; das Ende am Labyrinth durch eine Vorwölbung der Wand, das andere durch eine Einziehung der Epidermis. In den folgenden Stadien (Fr_1, Li_1, Chr_1) fehlt der Strang, die beiden Endigungsstellen sind jedoch erkennbar. Von besonderem Interesse ist nun die Frage, wo sich der Verbindungsstrang im Stadium Ha_4 an das Labyrinth anschliesst, d. h. ob diese Stelle im Gebiete des Ductus endolymphaticus, oder an irgend einem anderen indifferenten Ort gelegen ist. Um diese Frage sicher zu beantworten, ist es vor allem notwendig, festzustellen, ob der Ductus endolymphaticus im vorliegenden Stadium gegen das übrige Bläschen überhaupt schon scharf abgrenzbar ist. Das ist, wie aus der Beschreibung des Stadium Ha_4 hervorgeht, lateral und vorne, also gerade an der Stelle, die hier in Betracht kommt, tatsächlich der Fall. Bei Ha_4 ist also die Anlage des Ductus endolymphaticus schon deutlich als solche zu erkennen; sie ist vom Alveus communis durch eine Furche abgesetzt, die ihn von aussen und vorne umgreift, und die sowohl in den Schnitten als auch an den nach ihnen hergestellten Modellen beider Labyrinthbläschen deutlich zu sehen ist (Fig. 3 und Taf.-Fig. 1 und 2). Verfolgt man nämlich die Reihe der Schnitte vom oberen Pol des Bläschens an, so findet man zuerst den Ductus endolymphaticus und dann erst nach einer Reihe von Schnitten den Alveus communis. Der Übergang

ist also auf dieser Seite kein unvermittelter, d. h. das Bläschen ist nicht etwa am oberen Pol in eine Spitze ausgezogen, die die Anlage des Ductus endolymphaticus vorstellen würde, sondern diese Anlage ist lateral und vorne vom übrigen Bläschen durch die erwähnte Furche abgesetzt.

Diese Furche wurde auch von Streeter (4) beobachtet, aber in wesentlich anderer Weise gedeutet. Er sieht sie als eine Verschlussnaht an, im Bereiche deren die Ränder des Hörgrübchens, die durch ihre Annäherung das Bläschen bilden, miteinander verwachsen sein sollen.

Man könnte nun freilich daran denken, dass die Furche einem Schrumpfungs-oder Quellungsprozess ihr Dasein verdankt, und also eine postmortale Bildung darstellt und das um so mehr, als das Epithel gerade an der in Betracht kommenden Stelle, wie günstige Schnitte zeigen, recht niedrig ist, so dass hier eine Knickung der Wand leicht entstehen könnte. Allerdings ist die Furche auf beiden Seiten, am rechten sowie an dem linken Bläschen, gleich gut ausgeprägt, doch würde das angesichts der Dünnheit der Wand an dieser Stelle von keiner entscheidenden Bedeutung sein. Aber aus anderen Gründen muss man diese Annahme fallen lassen. Erstens ist der Embryo sehr gut konserviert und es ist auch an der in Betracht kommenden Stelle keinerlei Abhebung der Bläschenwand vom umgebenden Mesoderm zu sehen. Vielmehr füllt das letztere die Furche ganz aus und verhält sich in bezug auf seine Dichtigkeit nicht anders als das mesodermale Gewebe in der Umgebung (Fig. 3). Und zweitens zeigt eine Reihe von Modellen von älteren Stadien (Embryo Fr_1 Taf.-Fig. 3, ferner Embryo Li_1, Chr_1 und ältere), dass die Furche keine vorübergehende Bildung ist, sondern sich in der Folge progressiv entwickelt, immer tiefer wird und bei der weiteren Entwickelung des Ductus endolymphaticus eine hervorragende Rolle spielt. Bei dem nächst älteren Embryo Fr_1 sieht man

nämlich die Furche auch wieder genau an derselben Stelle; nur ist sie tiefer geworden und hat sich sowohl nach vorne als auch nach hinten verlängert, indem sie die breite Einmündung des Ductus endolymphaticus umgreift. Wie endlich aus der Beschreibung des Stadium Chr_1 hervorgeht, ist die Furche bei diesem Embryo noch tiefer und länger geworden, so dass ihr hinteres Ende auf die mediale Seite des Labyrinthbläschens übergreift, so dass der Ductus endolymphaticus nun auch von hinten her gegen den Alveus communis abgegrenzt erscheint.

Aus dem im vorhergehenden Mitgeteilten ergibt sich somit, dass die Furche F des Stadium Ha_4 eine normale und für die Entwickelung des Ductus endolymphaticus bedeutungsvolle Bildung ist und dass das, was am Gehörbläschen medial von ihr liegt, dem Ductus endolymphaticus zuzurechnen ist.

Betrachten wir nun die Abschnürungsstelle des Stranges vom Bläschen, so sehen wir, dass sie in dem Gebiete medial von der Furche F, also im Gebiete des Ductus endolymphaticus liegt.

Ob nun gerade die Spitze oder ein etwas tiefer gelegener Teil des Ductus endolymphaticus die Abschnürungsstelle trägt, scheint uns von keiner besonderen Bedeutung zu sein.

Der Verbindungsstrang des Stadium Ha_4 ist 90 μ lang und zeigt im Dickendurchmesser 3—4 Reihen von Kernen. Die Zellen, aus denen er besteht, sind charakteristische Epithelzellen und gleichen vollkommen den Zellen, die den Ductus endolymphaticus zusammensetzen. Der Strang ist an seinem Ductusende unterbrochen, wobei die dadurch entstandene Spalte nicht breiter ist als der Durchmesser eines Zellkernes. Links sieht man an der Stelle, wo der zellige Strang unterbrochen ist, die beiden Enden durch zwei Fasern in Verbindung stehen, die den Kontur des Stranges ergänzen. Es

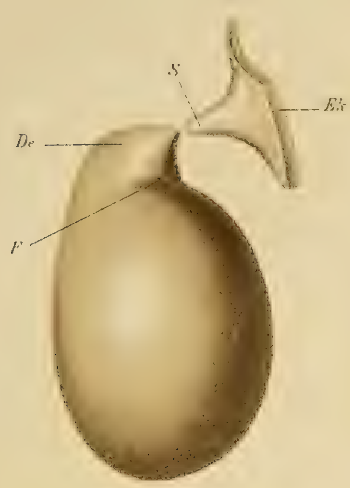


Fig. 1



Fig. 2

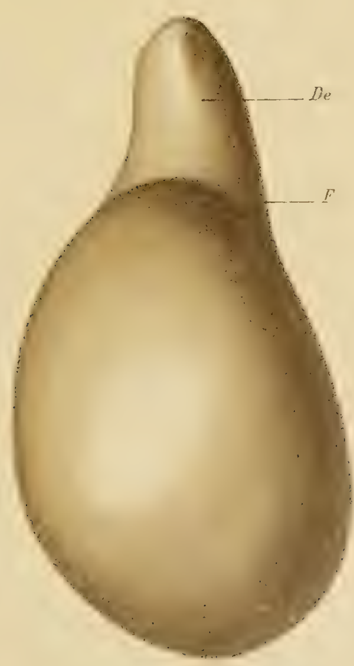


Fig. 3

Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden. Königl. Universitätsdruckerei H. Stürtz

ist also hier die Verbindung wahrscheinlich noch nicht gänzlich unterbrochen. Der Strang besteht dort, wo er der Länge nach getroffen ist, aus 15—20 Zellen; er ist rechts sowie links in vier Schnitten (à 0,01 mm) getroffen; wenn man die ihn zusammensetzenden Zellen in allen vier Schnitten zählt und addiert, so bekommt man rechts 39, links 38 Zellen.

An der Stelle, wo sich der Epithelstrang mit der Epidermis verbindet, ist, wie erwähnt, die letztere trichterförmig eingezogen. Die Epidermis zeigt allerdings auch an anderen Stellen leichte Einziehungen, die aber gewiss nur zufällig entstanden und belanglos sind, und deren Entstehung angesichts der Dünnheit der Rautenhirndecke auch bei guter Konservierung kaum hintangehalten werden kann. Das erwähnte Grübchen scheint aber sicherlich kein Kunstprodukt zu sein. Es ist auf beiden Seiten vollkommen gleich gebildet, also symmetrisch und entspricht genau dem Verbindungsstrang resp. der früheren Einstülpungsöffnung. Der Epithelbelag seines Bodens verlängert sich in den beschriebenen Zellstrang. Zudem ist die Oberfläche der Umgebung eine Strecke weit nach allen Seiten hin eben. Trotzdem könnte es, da die mechanischen Verhältnisse auf beiden Seiten ganz gleiche sind, beiderseits symmetrisch und doch beiderseits künstlich entstanden sein. Was aber sicher dafür spricht, dass die beiden Grübchen eine normale Bildung darstellen, ist der Umstand, dass sie, wie aus der Beschreibung hervorgeht, auch in den nächstälteren Stadien (Fr_1, Li_1, Chr_1), in denen von dem Strang des Stadium Ha_4 nichts mehr zu sehen ist, an derselben Stelle und in derselben Form weiterbestehen.

Dieses Grübchen, das, wie aus unseren Ausführungen hervorgeht, wohl eine normale Bildung ist, ist jedoch an sich vergänglich und verliert sich im Laufe der weiteren Entwickelung spurlos. In noch älteren Stadien ist es nicht mehr vorzufinden. Es scheint uns jedoch für die uns interessierende

Frage nicht ohne Bedeutung zu sein, und wir haben es aus folgendem Grunde genauer verfolgt und auf dessen Natur und Konstanz in den beschriebenen jungen Stadien geprüft. Wenn auch die Beziehung der Abschnürungsstelle zum Ductus endolymphaticus bereits im Stadium Ha_4 klar zutage tritt, so erscheint es doch zweckmässig, auch ältere Stadien, in denen der Ductus endolymphaticus noch deutlicher differenziert ist, wenn möglich, daraufhin zu prüfen, um eventuelle individuelle Zufälligkeiten auszuschliessen resp. die Konstanz des Verhaltens festzustellen. Das ist nun hier der Fall. Das Grübchen entspricht, wie aus der Beschreibung hervorgeht, dem ectodermalen Ende des Abschnürungsstranges, und da es noch in den Stadien persistiert, in denen der Strang bereits gänzlich verschwunden ist, so ermöglicht es uns die Lage der Abschnürungsstelle auch in diesen Stadien genau festzustellen. Eine Durchmusterung der Schnitte der Stadien Fr_1, Li_1 und Chr_1 ergibt nun, dass das Grübchen, also die Abschnürungsstelle, bei allen und auf beiden Seiten, rechts sowie links, konstant dem oberen Teil des Ductus endolymphaticus gegenüberliegt.

Die Stelle der Abschnürung des Labyrinthbläschens von der Epidermis liegt also auch in diesen in der Entwickelung weiter vorgeschrittenen Stadien im Gebiete des Ductus endolymphaticus, was mit dem am Stadium Ha_4 erhobenen Befunde vollkommen übereinstimmt.

Wir erlauben uns zum Schluss unserem Chef, Herrn Prof. Hochstetter für die Überlassung des ausgezeichneten Materials aus seiner reichen Sammlung, sowie für die Förderung unserer Arbeit auch an dieser Stelle unseren besten Dank zu sagen.

Literaturverzeichnis.

1. Elze, C., Beschreibung eines menschl. Embryo von zirka 7 mm Länge. Anat. Hefte. Bd. 35. 1908.
2. Keibel, F. und C. Elze, Normentafel zur Entwickelungsgeschichte des Menschen. Achtes Heft der Normentafeln zur Entwickelungsgeschichte der Wirbeltiere von F. Keibel. 1908.
3. Keibel und Mall, Handbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen. 1911.
4. Streeter, G. L., On the development of the membranous labyrinth and the acoustic and facial nerves in the human embryo. The american Journal of Anatomy. Vol. VI. 1906—1907.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 44.

Fig. 1. Modell des rechten Labyrinthbläschens vom Embryo humanus Ha_4. Ansicht von aussen und hinten. Ek. Ectoderm. S. Strang zwischen Ectoderm und Ductus endolymphaticus. F. Furche, die den Ductus endolymphaticus von aussen begrenzt. De. Ductus endolymphaticus. Das bei 200facher Vergrösserung hergestellte Modell wurde auf die Hälfte verkleinert gezeichnet.

Fig. 2. Modell des rechten Labyrinthbläschens vom Embryo humanus Ha_4. Ansicht von aussen nach Entfernung des Ectoderms. Bezeichnungen und Vergrösserung wie in Fig. 1.

Fig. 3. Modell des rechten Labyrinthbläschens vom Embryo humanus Fr_1. Ansicht von aussen. Bezeichnungen und Vergrösserung wie in Fig. 1.


MBL/WHOI LIBRARY
WH 1BAZ D